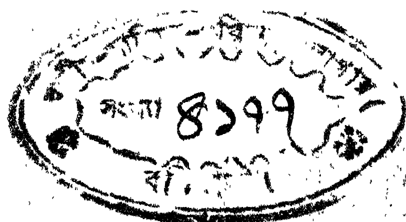

সংখ্যা ৪১৭৭

THE ELEMENTS

OF

NATURAL PHILOSOPHY AND PHYSICAL SCIENCE

IN BENGALI

BY

SURYAKUMAR ADHIKARI B. A.

Principal, Metropolitan Institution.

প্রকৃতিবিজ্ঞান

মেট্রপলিটান ইনষ্টিটিউসনের অধ্যক্ষ

শ্রীসূর্য্যকুমার অধিকারী বি. এ. প্রণীত ।

কলিকাতা

সংস্কৃত যন্ত্র ।

সম্বৎ ১৯৪১ ।

PUBLISHED BY THE SANSKRIT PRESS DEPOSITORY

NO. 148 BARANASI GHOSE'S STREET JORASANKO.

1884.

Price Eight Annas. মূল্য আট আনা ।

THE ELEMENTS

OF

NATURAL PHILOSOPHY AND PHYSICAL SCIENCE

IN BENGALI

BY

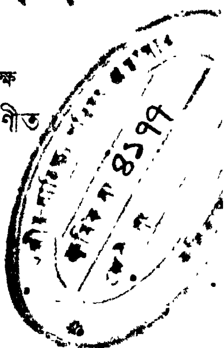
SURYA KUMAR ADHIKARI B. A.

Principal, Metropolitan Institution.

প্রকৃতিবিজ্ঞান

মেট্রপলিটান ইনষ্টিটিউসনের অধ্যক্ষ

শ্রীসূর্য্যকুমার অধিকারী বি. এ. প্রণীত



কলিকাতা

সংস্কৃত যন্ত্র।

সংবৎ ১৯৪১।

PUBLISHED BY THE SANSKRIT PRESS DEPOSITORY,

NO. 148, BARANASI GHOSHE'S STREET, JORASANKO.

1884.

বিজ্ঞাপন।

প্রকৃতিবিজ্ঞান * অনেক দিন হইতেই বাঙ্গালা ছাত্রবৃত্তি, মধ্য-ইংরাজি ও নর্ম্যালস্কুলের পরীক্ষার্থীদিগের পাঠ্যপুস্তক মধ্যে পরিগণিত হইয়া আসিতেছে। কিন্তু এপর্য্যন্ত বাঙ্গালা ভাষায় প্রকৃত প্রস্তাবে প্রকৃতিবিজ্ঞান বিষয়ক এক খানি পুস্তকও প্রকাশিত হয় নাই। এ বিষয়ে যে কতিপয় গ্রন্থ প্রচলিত আছে, তাহাতে শব্দ, আলোক, তাড়িত প্রভৃতি অত্যাবশ্যক বিষয়াবলীর উল্লেখ পর্য্যন্ত নাই। এজন্য বাঙ্গালা ছাত্রবৃত্তির, মধ্য-ইংরাজির ও নর্ম্যালস্কুলের পরীক্ষার্থী বালকদিগের ব্যবহারার্থে, আমি সবিশেষ যত্ন ও পরিশ্রম সহকারে, সরল ভাষায় এই প্রকৃতিবিজ্ঞান পুস্তক প্রচারিত করিলাম। ইহাতে জড় ও জড়ের গুণ; বল ও গতির নিয়ম; কঠিন, তরল ও বায়বীয়, এই ত্রিবিধ অবস্থাপন্ন জড়ের ধর্ম্ম ও কার্য্যাদি; শক্তির সহিত কার্য্যের সম্বন্ধ; শব্দ, তাপ, আলোক, তাড়িত প্রভৃতি প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া সমূহের স্থূল স্থূল বিবরণ সন্নিবেশিত হইয়াছে। এই ক্ষুদ্র গ্রন্থ খানি, বালফোর ষ্টুয়ার্ট (Balfour Stewart), টিণ্ডাল (Tyndall), গ্যানো (Ganot), ডিসানেল (Deschanel), ষ্ট্যালো (Stallo), প্রভৃতি ইদানীন্তন প্রকৃতিতত্ত্ববিৎপণ্ডিতগণের প্রদর্শিত পথ অবলম্বন পূর্ব্বক লিখিত হইল। পাঠার্থীদিগের বোধসৌকর্য্যার্থে স্থানে স্থানে প্রতিকৃতি (Woodcut) প্রদত্ত হইয়াছে।

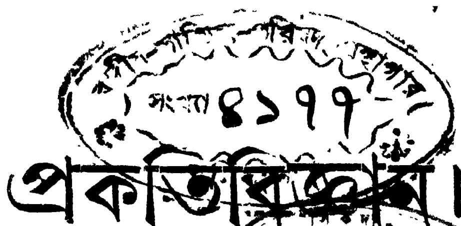
---

* The Elements of Natural Philosophy and Physical Science.

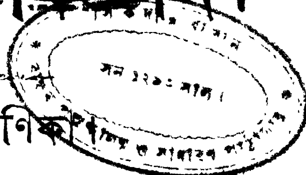
এস্থলে কৃতজ্ঞতা সহকারে স্বীকার করিতেছি যে, আমার প্রিয় বন্ধু, মেট্রপলিটান ইনষ্টিটিউসনের প্রকৃতিবিদ্যাধ্যাপক শ্রীযুক্ত বাবু রমণীমোহন চট্টোপাধ্যায় এম, এ, গণিতাধ্যাপক শ্রীযুক্ত বাবু বৈদ্যনাথ বসু এম, এ, পণ্ডিত শ্রীযুক্ত গিরিশচন্দ্র ঘোষাল এবং শ্রীযুক্ত পণ্ডিত রামসর্ব্বস্ব বিদ্যাভূষণ, এই পুস্তকখানি আদ্যোপান্ত দেখিয়া দিয়াছেন। এক্ষণে প্রকৃতিবিজ্ঞান পাঠ্য পুস্তক বলিয়া পরিগৃহীত হইলে শ্রম সফল বোধ করিব।

কলিকাতা
মেট্রপলিটান ইনষ্টিটিউসন
জুন, ১৮৮৭।

শ্রীসূর্য্যকুমার শর্ম্মা।



প্রকৃতিবিজ্ঞান।



উপক্রমণিকা।

১। পদার্থবিদ্যা ও প্রকৃতিবিজ্ঞান।—আমরা এই জড় জগতের যে দিকে দৃষ্টিপাত করি, সেই দিকেই নানা প্রকার পদার্থ ও বহুবিধ প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া দেখিতে পাই। ত্বক্, কর্ণ, নাসিকা প্রভৃতি ইন্দ্রিয় দ্বারা, দর্শনেন্দ্রিয়ের অবিষয়ীভূত অপরাপর পদার্থের অস্তিত্ব আমাদের উপলব্ধি হয়। এই সকল পদার্থের স্বরূপ, প্রকৃতি ও কার্য্যাদির বিষয় স্থির করা যে শাস্ত্রের উদ্দেশ্য, তাহাকে পদার্থবিদ্যা কহে। পদার্থবিদ্যা, ভূবিদ্যা, জ্যোতির্ব্বিদ্যা, রসায়ন, প্রকৃতিবিজ্ঞান প্রভৃতি কতকগুলি সন্নিকট শাখায় বিভক্ত হইয়াছে। ভূ অর্থাৎ পৃথিবী যাহার আলোচ্য, তাহাকে ভূবিদ্যা বলে। জ্যোতিষ্কমণ্ডলীর অনুশীলনই জ্যোতির্ব্বিদ্যার লক্ষ্য। জগতে কত প্রকার পদার্থ আছে, এবং সে সমুদায়ের সংযোগ বিয়োগাদির ফল কি, তাহা নিরূপণ করা রসায়ন শাস্ত্রের উদ্দেশ্য। এবং পদার্থ সকল আত্মপ্রকৃতি অব্যাহত রাখিয়া কোন অবস্থায় কি প্রকার রূপান্তর প্রাপ্ত হয়, তাহা নিরূপণ ও সে সকল রূপান্তরের কারণ নির্দ্দেশ করা যে শাস্ত্রের উদ্দেশ্য, তাহাকে প্রকৃতিবিজ্ঞান কহা যায় *।

---

* জল অবস্থাবিশেষে কঠিন তুষারে পরিণত হয়, কখন বা বায়বীয় অর্থাৎ বাষ্পাকার ধারণ করে। এত

২। প্রকৃতিবিজ্ঞান বিবৃতি।—মনুষ্য যেমন কখনও ভাবলহরীতে আন্দোলিত হইয়া সৌম্যমূর্ত্তি ধারণ করেন, কখনও বা রোষকষায়িত লোচনে কম্পিতকলেবর হইতে থাকেন, কখনও উৎসাহে স্ফূর্ত্তিমান্ হইয়া কঠিন কার্য্য সম্পাদনে নিরত হয়েন, কখনও বা নৈরাশ্য সাগরে নিমগ্ন হইয়া নিতান্ত নিস্তেজ হইয়া যান ; প্রকৃতিও তেমনি কখনও মোহন সজ্জায় সুসজ্জিত হইয়া ভুবন বিমুগ্ধ করিতে থাকে, কখনও বা উগ্র মূর্ত্তি ধারণ পূর্ব্বক জগৎ বিধূনিত ও ভীতিসংকুল করিয়া তুলে ; আবার কখনও স্ফূর্ত্তিহীন ও নিস্তেজ হইয়া পড়ে। যে নিরম্বুদ নভোমণ্ডল এক সময়ে সুবিমল চন্দ্রালোকে উজ্জ্বল হইয়া দর্শকের নয়ন মন পরিতৃপ্ত করিতে থাকে, সেই নভোমণ্ডল কিঞ্চিৎ কাল পরেই ঘনঘটায় আচ্ছন্ন হইয়া, অশনি নিপাতে ও বারি বর্ষণে সেই দর্শককে ব্যাকুলিত ও সন্ত্রাসিত করিয়া তুলে। সীসক স্বভাবতঃ নিশ্চেষ্ট পদার্থ ; কিন্তু সেই সীসকের খণ্ড কামানের অভ্যন্তর হইতে বিনির্গত হইলে প্রভূত পরাক্রমশালী হইয়া সম্মুখস্থ যাবতীয় পদার্থ একেবারে ছিন্ন ভিন্ন করিয়া ফেলে, কিন্তু পরক্ষণেই আবার স্বকীয় নিশ্চেষ্ট ভাব পুনঃ প্রাপ্ত হয়। কাহাকেও কখন প্রফুল্ল-

---

কোনও অবস্থাতেই জলের প্রকৃতিগত ব্যত্যয় ঘটে না। পদার্থের এবংপ্রকার পরিবর্ত্তনের কারণ অনুসন্ধান ও নির্দ্দেশ করাই প্রকৃতিবিজ্ঞানের কার্য্য। কিন্তু জল তদীয় উপাদান অম্লজনক ও জলজনক বায়ুতে বিশ্লিষ্ট হইলে, উহার প্রকৃতিগত প্রভেদ ঘটে, কারণ, এই দুই বায়ুর কোনটির সঙ্গেই জলের প্রকৃতিগত কোনও সৌসাদৃশ্য নাই। পদার্থের এবংপ্রকার পরিবর্ত্তনকে রাসায়নিক পরিবর্ত্তন কহে, এবং ঐরূপ পরিবর্ত্তনের কারণ অনুসন্ধান ও নির্দ্দেশ করাই রসায়ন শাস্ত্রের কার্য্য।

চিত্ত কিংবা বিমর্ষভাবাপন্ন, কার্য্যনিষ্ঠ কিংবা অবসাদগ্রস্ত দেখিলে, অনুসন্ধান করিয়া আমরা তদীয় তাদৃশ ভাবান্তরের কারণ নির্দ্দেশ করিতে পারি। জগতের যাবতীয় জড় পদার্থেরও অবস্থান্তর সংঘটনের অর্থাৎ প্রাকৃতিক কার্য্যাবলীর কারণ নির্দ্দেশ করিতে পারা যায়। অধুনাতন প্রকৃতিবিৎ পণ্ডিতেরা বলেন যে, যাবতীয় প্রাকৃতিক কার্য্যাবলীর মূল কারণ গতি। শব্দ, তাপ, আলোক, তড়িৎ প্রভৃতি প্রাকৃতিক শক্তি সমূহও গতির রূপান্তর মাত্র। কিন্তু বল ব্যতীত, গতির উৎপত্তি সম্ভবে না। এবং বল ও গতির অস্তিত্ব স্বীকার করিলেই, বলের প্রয়োগস্থল ও গতির আধার অর্থাৎ গমনশীল পদার্থের অস্তিত্ব কল্পনা করা অপরিহার্য্য। সুতরাং বল, গতি, এবং গতির আধার জড় পদার্থ, প্রকৃতিবিজ্ঞানের মূল সূত্র। এই শাস্ত্র অধ্যয়ন করিলে বাহ্য জগতের গূঢ় রহস্যের নিগূঢ় তত্ত্ব অবগত হইয়া চমৎকৃত হইতে হয়।

প্রথম অধ্যায়।



প্রথম পরিচ্ছেদ।

জড় ও জড়ের গুণ।

১। জড়ের প্রকৃতি ও উৎপত্তি।—চক্ষু, কর্ণ, নাসিকা, ত্বক্ প্রভৃতি ইন্দ্রিয় দ্বারা যাহার অস্তিত্ব উপলব্ধি হয়, সচরাচর তাহাকেই জড় পদার্থ কহা যায় *। কি স্থূল, কি সূক্ষ্ম, কি বৃহৎ, কি ক্ষুদ্র, কি চেতন, কি অচেতন, জগতের যাবতীয় জড় পদার্থই, ৬৫।৭০টি মাত্র মূল † পদার্থের কোনও না কোনটির অণু বা পরমাণুর ‡ সহযোগে সংগঠিত হইয়াছে।

---

* বিজ্ঞানবিৎ পণ্ডিতেরা অতীন্দ্রিয় বিশ্বব্যাপী সূক্ষ্মতম এক প্রকার জড় পদার্থের অস্তিত্ব স্বীকার করেন। তাঁহারা বলেন যে, সূক্ষ্মতম, অতীন্দ্রিয় পদার্থ হইতেই, গতির প্রকার ভেদে, যাবতীয় স্থূল পদার্থের উৎপত্তি হইয়াছে। বল হইতে গতির উৎপত্তি, সুতরাং বলের প্রয়োগস্থল ও গতির আধারকেই জড় পদার্থ কহে।

† অযৌগিক পদার্থের নাম মূল পদার্থ। বর্ত্তমান সময়ে যে সকল পদার্থকে পণ্ডিতেরা মূল পদার্থ বলিয়া মনে করিতেছেন, অনেকের মতে সে সকলও সম্ভবতঃ মূল পদার্থ নহে। সূক্ষ্মতম অতীন্দ্রিয় ইথারই (Ether) তাঁহাদের মতে এক মাত্র মূল পদার্থ। এই ইথারে, পদার্থের ভারিত্ব গুণটি পর্য্যন্ত উপলব্ধি হয় না।

‡ মূল অর্থাৎ অযৌগিক পদার্থের অবিভাজ্য ও সূক্ষ্মতম অংশের নাম পরমাণু (atom)। একাধিক পরমাণুর সম্মিলনকে

২। জড়ের ত্রিবিধ অবস্থা।—আমরা জগতে যে সকল জড় পদার্থ দেখিতে পাই, সে সমুদায়ই কঠিন, তরল ও বায়বীয় এই তিনের কোনও না কোনও অবস্থায় অবস্থিতি করে। প্রস্তর, কাষ্ঠ, ধাতু প্রভৃতি, কঠিন জড় পদার্থ। জল, তৈল, দুগ্ধ প্রভৃতি, তরল জড় পদার্থ। এবং বায়ু, বায়বীয় জড় পদার্থের দৃষ্টান্তস্থল।

অণু (molecule) কহে। এক বিন্দু জল, ক্রমান্বয়ে বিভক্ত হইতে থাকিলে, পরিশেষে এত সূক্ষ্ম হইয়া আইসে যে, তদপেক্ষা সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত হইলে, উহার স্বকীয় প্রকৃতি বিপর্য্যস্ত হইয়া যায়। যে সূক্ষ্মতম অংশে বিভক্ত হইলে, সেই বিভাজ্য পদার্থের প্রকৃতি উহাতে অব্যাহত থাকে, তাহাকে সেই পদার্থের অণু বলে। জলবিন্দুর এবংপ্রকার সূক্ষ্মতম অংশকে, অর্থাৎ জলীয় অণুকে, রাসায়নিক ক্রিয়াপ্রভাবে, উহার উপাদান অম্লজনক ও জলজনক নামক ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত দুই প্রকার বায়ুতে, বিশ্লিষ্ট করিতে পারা যায়। এ প্রকার বিশ্লেষণে এক ভাগ অম্লজনক ও দুই ভাগ জলজনক বায়ুর উৎপত্তি হয়। এই এক ভাগ অম্লজনক বায়ুকে আর কোনও উপায়েই বিভক্ত করিতে পারা যায় না, সুতরাং উহাকেই অম্লজনকের পরমাণু কহে। দুই ভাগ জলজনক বায়ুকে যে এক এক ভাগে বিভক্ত করিতে পারা যায়, তাহার প্রত্যেককে জলজনক বায়ুর পরমাণু; এবং ঐ দুই পরমাণুর সম্মিলনকে উহার অণু কহে। পদার্থের পরমাণুসকল সম আয়তন বিশিষ্ট। এক জাতীয় পরমাণুর ভারও এক সমান; কিন্তু ভিন্ন জাতীয় পরমাণুর ভার ভিন্ন ভিন্ন। জলজনকের পরমাণু অপেক্ষা, অম্লজনকের পরমাণু প্রায় ১৬ গুণ ভারী, এবং যবক্ষারজনকের পরমাণু ১৪ গুণ ভারী। জগতের যাবতীয় পদার্থ এক জাতীয় হইলে, পরমাণু সকল সমান ভারী হইত। কিন্তু ভিন্ন জাতীয় পদার্থের পরমাণুর ভার ভিন্ন ভিন্ন দেখিয়া, আধুনিক

৩। জড়ের স্বাভাবিক ও সাধারণ* গুণ।— ব্যাপকত্ব, অবরোধকত্ব, জড়ত্ব এবং অনশ্বরত্ব এই চারি, অণু বা পরমাণুর স্বাভাবিক গুণ। অবরোধকত্ব ব্যতীত, পরমাণুর অপর তিনটি গুণ, অণু বা পরমাণু সমষ্টি সমুৎপন্ন জড় পদার্থেও লক্ষিত হয়। পদার্থের অণু বা পরমাণু যতই কেন ক্ষুদ্র হউক না, উহার অস্তিত্ব কল্পনা করিতে হইলেই, উহা যে কিঞ্চিৎ স্থান ব্যাপিয়া থাকে, এবং উহার একটি যখন যে স্থানে থাকে, তখন সেই স্থান অবরোধ করিয়া রাখে, অর্থাৎ আর একটি অণু বা পরমাণুকে স্বীয় অধিকৃত স্থান অধিকার করিতে দেয় না, তাহা কল্পনা করাও অপরিহার্য্য। বলসম্পাতে শক্তিসম্পন্ন না হইলে, পদার্থের অণু বা পরমাণু নড়িতে চড়িতে পারে না, সুতরাং জড়ত্ব উহার স্বাভাবিক অবস্থা; এবং কিছুতেই বিনাশ নাই বলিয়া উহা অনশ্বর।

পণ্ডিতেরা বলেন, যে পদার্থের পরমাণুর ভার যত অধিক, তাহার পরমাণুতে আদিমকালীন মূল পদার্থ, অর্থাৎ ইথার, তত অধিক ঘনসন্নিবিষ্ট। বস্তুতঃ তাঁহাদের মতে, এই আদিমকালীন মূল পদার্থের ঘনসন্নিবেশের ন্যূনাতিরিক্ত সমাবেশ বশতঃই, ভিন্ন ভিন্ন পদার্থের উৎপত্তি হইয়াছে। পদার্থের প্রত্যেক পরমাণুতে যে পরিমাণে ঐ আদিমকালীন পদার্থ বিদ্যমান থাকে, তাহাকে সেই পরমাণুর স্থিরাংশ কহে। অতএব দেখা যাইতেছে যে, যে পদার্থের পরমাণু যত লঘু, তাহার স্থিরাংশ তত কম, এবং যে পদার্থের পরমাণু যত গুরু, তাহার স্থিরাংশ তত অধিক।

* যে সকল গুণ জড়ের ত্রিবিধ অবস্থাতেই দেখিতে পাওয়া যায়, তাহাদিগকে উহার সাধারণ গুণ; আর যে সকল গুণ কেবল অবস্থাবিশেষে লক্ষিত হয়, তাহাদিগকে বিশেষ গুণ কহে।

৪। জড় পদার্থের নৈমিত্তিক * ও সাধারণ গুণ।—ভারিত্ব †, বিভাজ্যত্ব, সান্তরত্ব, আকুঞ্চনত্ব, প্রসারণত্ব এবং স্থিতিস্থাপকত্ব এই কয়েকটি জড়পদার্থের নৈমিত্তিক গুণ।

(১) ব্যাপকত্ব বা স্থানব্যাপকত্ব।—জড় পদার্থ মাত্রই কিঞ্চিৎ স্থান ব্যাপিয়া থাকে, সুতরাং ব্যাপকত্ব উহার স্বাভাবিক ধর্ম্ম। যাহার ব্যাপকত্ব গুণ বা বিস্তৃতি আছে, তাহা যে কোনও আকৃতি বিশিষ্ট, ইহা সহজেই অনুমেয়। কিন্তু পরমাণুর আকৃতি কিরূপ, কেহই নিশ্চয় বলিতে পারেন না, সম্ভবতঃ গোলাকৃতি হইবে। পদার্থের আকৃতির সহিত উহার আয়তন বা পরিমাণের কোনও সম্বন্ধ নাই। এক ভরি স্বর্ণে একটি গোলাকৃতি মুদ্রা, এক খানি চতুষ্কোণ পদক, অথবা সুদীর্ঘ এক গাছি তার প্রস্তুত হইতে পারে। ব্যাপকত্ব গুণ হেতুক, পদার্থ যে তিন দিক্ ব্যাপিয়া থাকে, তাহাকে উহার দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও বেধ কহে। উচ্চতা বা গভীরতা, বেধের নামান্তর। প্রাচীর, স্তম্ভ প্রভৃতির বেধের পরিমাণ নির্ণয় স্থলে, উচ্চতা; এবং কূপ, পুষ্করিণী প্রভৃতি জলাশয়ের বেধের পরিমাণ কালে, গভীরতা শব্দের প্রয়োগ হইয়া থাকে। কোনও পদার্থের দৈর্ঘ্যকে প্রস্থ দিয়া পূরণ করিলে, তাহার পৃষ্ঠদেশের বা উপরিভাগের মাত্র পরিমাণ

---

* আকর্ষণ বিপ্রকর্ষণাদি দ্বারা জড়ের এই সকল শেষোক্ত গুণের উৎপত্তি হয়, এজন্য ইহাদিগকে স্বাভাবিক গুণ না বলিয়া নৈমিত্তিক গুণ বলে।

† ভারিত্ব গুণটি পদার্থের অণু বা পরমাণুতেও উপলব্ধ হয়; এবং আপাততঃ অসঙ্গত বোধ হইলেও অনেকের মতে পদার্থের অণু বা পরমাণু সকলও স্থিতিস্থাপক গুণ সম্পন্ন।

জানিতে পারা যায়; এবং দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও বেধ এই তিনটি পরস্পর গুণন করিলে, সেই পদার্থের ঘন আয়তন জানা যায়। মনে কর, ৪ হাত দীর্ঘ, ২ হাত প্রস্থ, এবং ৩ হাত উচ্চ একটি সিন্দুক আছে। সেই সিন্দুকের উপরিভাগের পরিমাণ ৪×২=৮ বর্গ হাত; এবং উহার ঘন আয়তন ৪×২×৩=২৪ ঘন হাত হইবে *।

(২) অবরোধকত্ব।—যে গুণ থাকায় দুইটি পদার্থ এক সময়ে এক স্থান অধিকার করিয়া থাকিতে পারে না, তাহাকে পদার্থের অবরোধকত্ব গুণ বলে। প্রকৃত প্রস্তাবে পরমাণুর এ গুণটি পরমাণুসমষ্টি সমুৎপন্ন পদার্থে দৃষ্ট হয় না। এই গুণের অসদ্ভাব বশতঃই জড়-পদার্থে সান্তরত্ব গুণ লক্ষিত হয়। এক খণ্ড কাষ্ঠের ভিতর প্রেক বিদ্ধ করিয়া দিলে, কাষ্ঠের বিস্তৃতি বা আয়তন বৃদ্ধি পায় না, অথচ প্রেক ও কাষ্ঠ এই দুই জড় পদার্থ এক সময়ে এক স্থান অধিকার করিয়া থাকে। এক পোয়া পরিমিত জল, এক পোয়া পরিমিত আলকোহলের সহিত মিশ্রিত হইলে, এই মিশ্র পদার্থের পরিমাণ অর্দ্ধ সের অপেক্ষা কম হয়, সুতরাং ঐ

---

* জড় পদার্থ মাত্রেরই আকৃতি ও বিস্তৃতি আছে, কিন্তু তাই বলিয়া যাহার আকৃতি ও বিস্তৃতি আছে, তাহাকেই কখন জড় পদার্থ বলা যাইতে পারে না। ছায়া, প্রতিবিম্ব, মৃগতৃষ্ণিকা প্রভৃতির আকৃতি ও বিস্তৃতি থাকিলেও, উহারা গতির আধার ও বলের প্রয়োগস্থল না হওয়ায় জড় মধ্যে পরিগণিত হইতে পারে না। কেহ কেহ বলেন, ছায়া প্রভৃতিতে অবরোধকত্ব গুণ নাই বলিয়া উহারা পদার্থ নহে। কিন্তু এ সিদ্ধান্ত ভ্রান্তিমূলক; কারণ পরমাণুসমষ্টি সমুৎপন্ন জড় পদার্থে প্রকৃত প্রস্তাবে অবরোধকত্ব গুণের অসদ্ভাব দৃষ্ট হয়।

দুই পদার্থ যে এক সময়ে এক স্থান অধিকার করে নাই তাহা বলা যায় না। এ স্থলে ইহা বলা আবশ্যক যে, পদার্থের পরমাণু সমষ্টি যদি পরস্পর সংযুক্ত হইত, এবং উহাদের মধ্যে অন্তর অর্থাৎ ফাঁক না থাকিত, তাহা হইলে পরমাণুর ন্যায়, পরমাণু সমষ্টি সমুৎপন্ন পদার্থেও অবরোধকত্ব গুণ থাকিত।

(৩) জড়ত্ব।—যে গুণ থাকায় পদার্থ আপনা হইতে চলিতে পারে না, এবং এক বার অন্য কর্ত্তৃক চালিত হইলে, পুনর্ব্বার আপনা হইতে স্থির হইতে পারে না, তাহাকে জড়ত্ব কহে। সম্ভবতঃ এই গুণ থাকা প্রযুক্তই পদার্থের নাম জড় পদার্থ হইয়াছে। বল-প্রয়োগে জড় অর্থাৎ নিশ্চেষ্ট পদার্থ গতিবিশিষ্ট হয়, এবং বল-প্রয়োগেই গতিবিশিষ্ট পদার্থকে পুনর্ব্বার নিশ্চেষ্ট করিতে পারা যায়। প্রতিদিন প্রতি মুহূর্ত্তে আমাদের সমক্ষে যে সকল প্রাকৃতিক ব্যাপার সংঘটিত হইতেছে, তাহার প্রতি মনোনিবেশ করিলেই পদার্থের এই জড়ত্ব গুণ আমাদের উপলব্ধ হইতে পারে। আমরা যে দ্রব্য যখন যে স্থানে রাখি, জড়ত্ব হেতুক সেই দ্রব্য সেই স্থানেই থাকে, আপনা হইতে অন্যত্র যায় না। চলিষ্ণু শকট হইতে কেহ ভূতলে অবতরণ করিলে, তিনি যে শকটের গতির দিকে পড়িয়া যান, জড়ত্বই তাহার কারণ। গাড়ী হইতে অবতরণ কালে, তাঁহার সর্ব্বশরীর গাড়ীর ন্যায় গতি সম্পন্ন থাকে; ভূতলে অবতীর্ণ হইলে, ভূমির ঘর্ষণ হেতুক তাঁহার পায়ের গতিরোধ ঘটায়, পা নিশ্চল হয়, সুতরাং তিনি গাড়ীর গতির অভিমুখে পড়িয়া যান।

(৪) অনশ্বরত্ব।—যে গুণ থাকায়, কোনও পদার্থ নানাপ্রকার বিপর্য্যয় ঘটাতেও, রূপান্তর মাত্র প্রাপ্ত হয়,

কিন্তু কখনও সমূলে বিনষ্ট হয় না, তাহাকে অনশ্বরত্ব কহে। খনিজ দ্রব্য, প্রাণিশরীর, কিংবা উদ্ভিদ্ পদার্থ জ্বালাইয়া দাও, উহাদের পূর্ব্বাবস্থার সর্ব্বতোভাবে বিপর্য্যয় ঘটিবে, উহারা অন্যবিধ পদার্থে পরিবর্ত্তিত হইবে, কিন্তু কখনও উহাদের অস্তিত্বের লোপ হইবে না, অন্যবিধ অবস্থায়, অণু বা পরমাণু আকারে, অবস্থিতি করিবেই করিবে।

(৫) বিভাজ্যত্ব।—যে গুণ থাকায় জড় পদার্থকে অতি সূক্ষ্ম অংশ সমূহে বিভাগ করিতে পারা যায়, তাহাকে বিভাজ্যত্ব গুণ বলে। সুবর্ণপাত পিটিয়া এত পাতলা করিতে পারা যায় যে, তাহার লক্ষ খানিও উপর্য্যুপরি রাখিলে এক ইঞ্চি পুরু হয় না। প্লাটিনামের পাত, সুবর্ণপাত অপেক্ষাও পাতলা হয়। কুঁচ পরিমিত মৃগনাভি গৃহে রাখিলে তাহার অতীন্দ্রিয় সূক্ষ্মতম কণা সমূহ চতুর্দ্দিকে বিকীর্ণ হইয়া দীর্ঘকাল পর্য্যন্ত সৌরভে গৃহ আমোদিত করিতে থাকে। প্রাণিশরীরেও এই সূক্ষ্মতার অসদ্ভাব নাই। প্রোফেসর টিণ্ডাল বলেন, সূচীর অগ্রভাগে যে এক বিন্দু রক্ত থাকিতে পারে, তাহাও ৩০ লক্ষ কণায় বিভক্ত। আবার জগতে এত সূক্ষ্মকায় কীটাণু রহিয়াছে যে, তাহার লক্ষটিও একত্রিত হইলে বালুকাকণার ন্যায় স্থূল হয় না, অথচ ইহারাও সজীব, ইহাদের শরীরেও লক্ষ লক্ষ কণা বিশিষ্ট রক্ত প্রবাহিত হইতেছে। অতএব জড়পদার্থ যে কত সূক্ষ্ম অংশে বিভক্ত হইতে পারে, তাহা বিলক্ষণ বুঝা যাইতেছে। কিন্তু তাই বলিয়া যে উহা অসীম অংশে বিভক্ত হইতে পারে এমত নহে। উহার শেষ সীমা কি, তাহা পরীক্ষাসিদ্ধ প্রমাণ দ্বারা নির্ণীত হওয়া অসম্ভব। কিন্তু পণ্ডিতেরা কতিপয় রাসায়নিক ব্যাপার দেখিয়া মনে

করেন যে, সকল প্রকার পদার্থই কতকগুলিন অবিভাজ্য ও সূক্ষ্মতম কণা সমূহের সমষ্টি মাত্র।

(৬) সান্তরত্ব।—যে গুণ থাকায় পদার্থের অণু বা পরমাণু সমষ্টি পরস্পর সংবদ্ধ থাকিলেও কখনও পরস্পর পরস্পরকে স্পর্শ না করায়, উহাদের মধ্যে অন্তর বা রন্ধ্র রহিয়া যায়, তাহাকে সান্তরত্ব বলে। কর্ক, স্পঞ্জ, প্রভৃতিতে এ সকল অন্তর আমাদের নয়নগোচর হয়; ধাতু, প্রস্তর, প্রভৃতি পদার্থে ঐ সকল রন্ধ্র প্রত্যক্ষীভূত না হইলেও উহাদের অস্তিত্ব অনায়াসে উপলব্ধ হয়। ফলতঃ প্রস্তরাদি পদার্থে ঐ সকল রন্ধ্র না থাকিলে, উহারা কখনই শীত প্রভাবে সঙ্কুচিত এবং তাপসম্পাতে প্রসারিত হইত না। প্রাণিশরীরেও এ সকল রন্ধ্রের অসদ্ভাব নাই। গ্রীষ্মকালে আমাদের লোমকূপ দিয়া স্বেদবিন্দু বিগলিত হইতে থাকে, সকলেই অবগত আছেন।

(৭) আকুঞ্চনত্ব ও প্রসারণত্ব। ঘনত্ব।—যে গুণ থাকায় পদার্থ সকল আকুঞ্চিত অর্থাৎ অল্পায়তন হয়, তাহাকে আকুঞ্চনত্ব, এবং যাহার প্রভাবে প্রসারিত অর্থাৎ প্রশস্তায়তন হয়, তাহাকে প্রসারণত্ব বলে। আকুঞ্চনত্ব ও প্রসারণত্ব গুণ দুইটি সান্তরত্ব হইতে সমুৎপন্ন। পদার্থের অন্তর্নিবিষ্ট রন্ধ্র সকল অল্পায়তন হইলে, পদার্থের পরমাণু সমষ্টি পরস্পরের সমীপবর্ত্তী হয়, সুতরাং পদার্থের আয়তনও সঙ্কুচিত হইয়া আইসে। রন্ধ্র সকল প্রশস্তায়তন হইলে, পদার্থের পরমাণু সমষ্টি পরস্পরের দূরবর্ত্তী হয়, সুতরাং পদার্থের আয়তনও প্রসারিত হয়। আকুঞ্চনত্ব ও প্রসারণত্ব গুণ নিবন্ধন পদার্থের পরমাণু সমষ্টির ঘন সন্নিবেশ নির্ণীত হয় বলিয়া, ঐ দুই গুণকে পদার্থের ঘনত্ব বলা যাইতে পারে। এই ঘনত্ব গুণটি পরিবর্ত্তনশীল। পদার্থ

আকুঞ্চিত হইলে, এই গুণের বৃদ্ধি পায়, এবং প্রসারিত হইলে, উহার হ্রাস হয়। কোনও পদার্থকে চাপ দিলে উহা আকুঞ্চিত হয়, সুতরাং উহার ঘনত্ব বাড়ে; কিন্তু টানিলে পদার্থ প্রসারিত হয়, সুতরাং ইহাতে উহার ঘনত্ব কমে। শীতপ্রভাবে পদার্থ সঙ্কীর্ণ হইয়া আইসে বলিয়া উহার ঘনত্ব বাড়ে, কিন্তু তাপ সম্পাতে পদার্থ প্রসারিত হয়, সুতরাং উহার ঘনত্ব কমে।

(৮) স্থিতিস্থাপকত্ব।—যে গুণ প্রভাবে পদার্থ সকল আকুঞ্চিত হইলে পুনর্ব্বার প্রসারিত, এবং প্রসারিত হইলে পুনর্ব্বার আকুঞ্চিত হইয়া পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হয়, তাহাকে স্থিতিস্থাপকত্ব বা স্থিতিস্থাপক গুণ বলে। পদার্থের এ গুণটিও উহার সান্তরত্ব গুণ সমুৎপন্ন। তরল ও বায়বীয় পদার্থে বহুল পরিমাণে, এবং কঠিন পদার্থে অল্প পরিমাণে, এ গুণটি লক্ষিত হয়। রবর, মার্বেল, প্রস্তর, গজদন্ত, ইস্পাত, কাচ, স্পঞ্জ প্রভৃতি কঠিন পদার্থে স্থিতিস্থাপক গুণ স্পষ্টতঃ অনুভূত হয়, কিন্তু সীসক, কর্দ্দম প্রভৃতিতে ইহার অস্তিত্ব মাত্রও উপলব্ধি হয় না।

প্রথম অধ্যায়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

গতি।

১। গতি।—স্থান পরিবর্ত্তনের নাম গতি। কোনও পদার্থ যখন এক স্থান হইতে অন্য স্থানে যায়, তখন তাহাকে গতিবিশিষ্ট বা গমনশীল, আর যখন এক স্থানেই অবস্থিতি করে, তখন তাহাকে নিশ্চল কহে। প্রকৃত প্রস্তাবে জগতে নিশ্চল পদার্থ নাই। পৃথিবী ও অন্যান্য গ্রহমণ্ডলী প্রবল বেগে সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ করিয়া ঘুরিতেছে, সূর্য্য, সৌর জগৎ সমভিব্যাহারে অন্য আর একটি নক্ষত্রাভিমুখে প্রধাবিত হইতেছে। ভূপৃষ্ঠস্থ শৈলখণ্ড, লোষ্ট্র প্রভৃতিও, যাহা আপাততঃ নিশ্চল বলিয়া মনে হয়, তাহার কণা সমষ্টিও অনবরত আন্দোলিত অর্থাৎ অগ্র পশ্চাৎ গতিবিশিষ্ট হইতেছে। পৃথিবীবক্ষে অবস্থান নিবন্ধন, পৃথিবীর গতির সঙ্গে সঙ্গে আমাদেরও গতি হওয়ায়, পৃথিবীর গতি আমাদের অনুভূত হয় না। বস্তুতঃ কোনও পদার্থের গতি হইতেছে কি না, তাহা কেবল সেই পদার্থের সঙ্গে ও সমানবেগে যাহার গতি না হয়, এমন কোনও পদার্থ দেখিয়া জানিতে পারা যায়। ঘাটে বসিয়া, ঘাট হইতে নৌকা প্রতি মুহূর্ত্তে স্থানান্তরিত দেখিয়া, নৌকার গতি আমাদের অনুভূত হয়। এই রূপে গ্রহমণ্ডলী *, নক্ষত্র সকল

* শুক্র, শনি, মঙ্গল, বুধ প্রভৃতি সচল তারকাবলীকে গ্রহ কহে।

হইতে প্রতি মুহূর্ত্তে অন্তরিত হয় দেখিয়া, গ্রহমণ্ডলী যে গতিবিশিষ্ট তাহা অনুমিত হয়।

২। সাপেক্ষ ও নিরপেক্ষ গতি।—পদার্থের যে গতি আমাদের অনুভূত হয়, উহা পদার্থের সাপেক্ষ গতি; কারণ অন্য পদার্থের গতি বা স্থিরতার সহিত তুলনা না করিলে উহা আমাদের অনুভূত হয় না। নিরপেক্ষ গতি কিংবা স্থিতির বিষয় আমরা কিছুই অবগত নহি।

৩। সরল ও বক্র গতি।—গতি দ্বিবিধ; সরল ও বক্র। কোনও পদার্থ যদি সোজা হইয়া সরল রেখানুক্রমে এক দিকেই চলিতে থাকে, তবে উহার গতিকে সরল গতি কহে। আর যদি সরল ভাবে না চলিয়া বক্র ভাবে চলে, তবে উহার গতিকে বক্রগতি কহে।

৪। বেগ।—কোনও পদার্থ কোনও নির্দ্দিষ্ট সময়ে যত দূর গমন করে, তাহাকে উহার গতির হার বা বেগ বলে। একটি অশ্ব প্রতি ঘণ্টায় ৪ মাইল পথ চলিতে পারিলে, সেই অশ্বের বেগ প্রতি ঘণ্টায় ৪ মাইল, এবং এক খানি কলের গাড়ী প্রতি ঘণ্টায় ৩০ মাইল পথ চলিতে পারিলে, উহার বেগ প্রতি ঘণ্টায় ৩০ মাইল, এই রূপ বলা হইয়া থাকে।

৫। সমগতি ও সমবেগ।—পদার্থের বেগ যদি বরাবর সমান থাকে, অর্থাৎ গতিবিশিষ্ট পদার্থ যদি ঠিক সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করিতে পারে, তাহা হইলে উহার গতিকে সমগতি এবং ঐ গতির হারকে সমবেগ কহে। ঘড়ির কাঁটার বেগ সমবেগের সুন্দর দৃষ্টান্ত স্থল।

৬। বিষমগতি ও বিষমবেগ।—পদার্থের বেগ যদি বরাবর সমান না থাকিয়া কখনও বৃদ্ধি পায়, কখনও বা হ্রাস হয়, অর্থাৎ পদার্থ যদি সমান সময়ে সমান

পথ না চলে, তবে উহার গতিকে বিষমগতি, এবং এ প্রকার গতির হারকে বিষমবেগ কহে।

৭। **বিবৃদ্ধ গতি ও বর্দ্ধমান বেগ, হ্রসমান গতি ও হ্রসমান বেগ।**—বিবৃদ্ধ বা বর্দ্ধমান গতি এবং হ্রসমান গতি ভেদে, বিষমগতি দ্বিবিধ। পদার্থের গতি উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাইতে থাকিলে, অর্থাৎ উহা সমান সময়ে সমান দূর না গিয়া ক্রমেই অধিক দূর যাইতে থাকিলে, উহার গতিকে বিবৃদ্ধগতি, এবং ঐ গতির হারকে বর্দ্ধমান-বেগ কহে। পদার্থের গতি উত্তরোত্তর হ্রাস পাইতে থাকিলে, অর্থাৎ উহা সমান সময়ে সমান দূর না গিয়া ক্রমেই অল্প দূর যাইতে থাকিলে, উহার গতিকে হ্রসমান গতি, এবং ঐ গতির হারকে হ্রসমানবেগ কহে। কলের গাড়ী ষ্টেসন হইতে প্রস্থান করিবামাত্র উহার বেগ ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে, কিন্তু পরবর্ত্তী ষ্টেসনে পঁহুছার পূর্ব্ব হইতেই উহার বেগ ক্রমশঃ হ্রাস হইয়া আইসে, সুতরাং কলের গাড়ির গতি ও বেগ বিবৃদ্ধ ও হ্রসমান গতি ও বেগের সুন্দর দৃষ্টান্ত স্থল।

৮। **সমবর্দ্ধমান বেগ ও সমহ্রসমান বেগ।**—পতনশীল† বস্তুর বেগ সমান সমান কালে সমান সমান পরিমাণে বৃদ্ধি পায় বলিয়া উহাকে সমবর্দ্ধমান বেগ, এবং উৎপতনশীল বস্তুর বেগ সমান সমান কালে সমান সমান পরিমাণে হ্রাস হয় বলিয়া উহাকে সমহ্রসমান বেগ, বলা যায়।

---

† যে সকল বস্তু পৃথিবীর আকর্ষণ প্রভাবে ভূতলে অবতরণ করে তাহাদিগকে পতনশীল, এবং যাহারা পৃথিবীবক্ষ হইতে উর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হয় তাহাদিগকে উৎপতনশীল বস্তু কহে।

প্রথম অধ্যায়।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

বল।

১। **বল**।—যদ্দ্বারা জড় পদার্থের গতি বা স্থিতি পরিবর্ত্তিত হয় তাহাকে বল কহে *।

২। **বলের অঙ্গ**।—বল সম্বন্ধে তিনটি বিষয় জানা আবশ্যক।

(১) বলপ্রয়োগ স্থল, অর্থাৎ যে জড়কণার উপরে বল প্রযুক্ত হয় তাহার অবস্থিতি। ক্ষেত্রজ্যামিতির বিন্দু দ্বারা ইহার নির্দ্দেশ হইয়া থাকে।

(২) বলের দিক্ বা কার্য্যাভিমুখ, অর্থাৎ উহার প্রভাবে জড়কণাটি যে দিকে গমনোন্মুখ হয়। জ্যামিতির সরল রেখা দ্বারা বলের দিক্ নিরূপিত হয়।

(৩) বলের পরিমাণ। ইহাও সরল রেখা দ্বারা প্রকাশ করা হইয়া থাকে। এক সের পরিমিত কোনও দ্রব্য ধারণ করিতে যে বলের প্রয়োজন, তাহার পরিমাণ এক সের, দুই সের পরিমিত কোনও দ্রব্য ধারণ করিতে যে বলের প্রয়োজন, তাহার পরিমাণ দুই সের, ইত্যাদি। এক ইঞ্চি দীর্ঘ সরল রেখা দ্বারা যদি এক

---

* বল বিষয়ক তত্ত্ব সমূহ বিচার করা যে শাস্ত্রের উদ্দেশ্য তাহাকে বলবিজ্ঞান কহে। এ শাস্ত্র দুই ভাগে বিভক্ত, স্থিতিবিজ্ঞান ও গতিবিজ্ঞান। স্থিতি বা সাম্য ভাবের নিয়মাবলী নিরূপণ করা স্থিতিবিজ্ঞানের উদ্দেশ্য; এবং গতিবিষয়ক তত্ত্বাবলী অবধারণ করা গতিবিজ্ঞানের কার্য্য।

সের পরিমিত বল প্রকাশিত হয়, তবে দুই ইঞ্চি দীর্ঘ রেখা দ্বারা দুই সের পরিমিত বল সূচিত হইবে, ইত্যাদি।

৩। **সমান বল**।—দুইটি বল বিপরীত দিক্ হইতে কোনও জড় কণার উপরে প্রযুক্ত হইলে, যদি সেই জড়-কণা উহাদের প্রভাবে কোনও দিকে না গিয়া এক স্থানেই স্থির হইয়া থাকে, তবে ঐ দুইটি বলকে সমান বল কহে। উহার একটির পরিমাণ যত সের যত পোয়া হইবে, অপরটির পরিমাণও ঠিক তত সের তত পোয়া হইবে।

৪। **সঙ্ঘাত বল**।—একাধিক বল দ্বারা যে কার্য্য সাধিত হয়, তাহা একটি মাত্র বল দ্বারা সাধন করিতে গেলে, যে বলপ্রয়োগ করিতে হয়, তাহাকে উহাদের সঙ্ঘাত বল কহে। যদি একাধিক বল কোনও জড়-কণায় প্রযুক্ত হইয়া, উহাকে সরল ভাবে কোনও নির্দ্দিষ্ট দিকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে উহাদের সঙ্ঘাত বল সেই সকল বলের যোগফলের তুল্য হয়; কিন্তু যদি ঐ সকল বলের কতকগুলি ঐ জড়কণাকে এক দিকে, আর কতকগুলি ঠিক তাহার বিপরীত দিকে আকর্ষণ করে, তাহা হইলে উহাদের সঙ্ঘাত বল, ঐ উভয়বিধ বলগুলির বিয়োগফলের তুল্য একটি বলের সমান হইবে। মনে কর একটি জড়কণাকে ১, ২, ৩ সের পরিমিত তিনটি বল দক্ষিণ দিকে টানিতেছে, এবং সেই সময়েই ২, ৩ ও ৪ সের পরিমিত আর তিনটি বল উহাকে উত্তর দিকে টানিতেছে। এক্ষণে ঐ ৬টি বলের সঙ্ঘাত বল(২+৩+৪)—(১+২+৩)=৩ সের পরিমিত একটি বলের সমান হইবে, এবং জড়কণাটি উহার প্রভাবে উত্তর দিকে যাইবে।

৫। **প্রাকৃতিক বল**। (ক) **মহাকর্ষণ**।—প্রাকৃতিক

বলের মধ্যে মহাকর্ষণ সর্ব্বপ্রধান। যে বল প্রভাবে, জগতের যাবতীয় জড়কণা দূর হইতে পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে, তাহাকে মহাকর্ষণ কহে। এই বল প্রভাবে ব্রহ্মাণ্ডের স্থূল, সূক্ষ্ম, লঘু, গুরু যাবতীয় পদার্থই অনন্ত আকাশের অনন্ত দূরবর্ত্তী প্রদেশে অবস্থিত থাকিয়াও পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া গতি সম্পন্ন করিতেছে।

(খ) **মাধ্যাকর্ষণ**।—যে বল প্রভাবে পৃথিবী তদুপরিস্থ যাবতীয় পদার্থকে স্বকীয় কেন্দ্রাভিমুখে আকর্ষণ করে, তাহাকে মাধ্যাকর্ষণ বা পৃথিবীর আকর্ষণ কহে। মাধ্যাকর্ষণ, মহাকর্ষণের প্রকারভেদমাত্র। আমাদের হস্তস্খলিত কোনও ভারি পদার্থ পৃথিবীর আকর্ষণ হেতুক ভূতলে পতিত হয়, কখনই ঊর্দ্ধে উঠে না, বা অন্য দিকে যায় না। ফলতঃ অধঃ, ঊর্দ্ধ এই কথা দুইটিই পৃথিবীর এই আকর্ষণবলের পরিচায়ক। কেহ ঊর্দ্ধে উঠিতেছেন বলিলে, তিনি পৃথিবীর আকর্ষণের প্রতিকূলে যাইতেছেন; এবং অধঃ দেশে নামিতেছেন বলিলে, পৃথিবীর আকর্ষণের অভিমুখে আসিতেছেন, ইহাই বুঝাইবে। এ কারণে ঊর্দ্ধে উঠা কষ্টকর, কিন্তু অধোদেশে অবতরণ করা অতি সহজ। দ্বিতল কি ত্রিতল গৃহের ছাদে উঠা যে কষ্টকর, এবং ছাদ হইতে অবতরণ করা যে অতি সহজ, তাহা সম্ভবতঃ অনেকেই অবগত আছেন। মাধ্যাকর্ষণ, পৃথিবীর মধ্যদেশ হইতে তদুপরিস্থ যাবতীয় পদার্থকেই আকর্ষণ করিতেছে, অথচ কোনও পদার্থই পৃথিবীর মধ্যদেশে না গিয়া তদুপরিভাগে মাত্র অবস্থান করিতেছে, ইহার কারণ কি? এ বিষয়ে এই মাত্র বক্তব্য যে, মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে যাবতীয় পদার্থই পৃথিবীর মধ্যদেশে যাইতে চাহিতেছে, কিন্তু

পৃথিবীর মৃণ্ময় কঠিন উপরিভাগ আশ্রয়স্থল হওয়ায় যাইতে পারিতেছে না। এ আশ্রয়-স্থল কঠিন পদার্থ না হইলে, এবং মাধ্যাকর্ষণের কার্য্যের প্রতিরোধ ঘটাইতে না পারিলে, যাবতীয় পদার্থই নিম্নগামী হইত। ছাদের উপরে আমরা অনায়াসে অবস্থিতি করিতে পারি, কিন্তু ছাদ ভাঙ্গিয়া পড়িলে তাহার সঙ্গে সঙ্গেই আমাদিগকে অধোদেশে পতিত হইতে হয়। আমাদের ভার সহিতে পারে এমন আশ্রয় পাইলে আমরা আর পতিত হই না। ফলতঃ পদার্থের ভার বা ভারিত্বগুণ মাধ্যাকর্ষণমূলক।

(গ) **আণবিক বল।**—যাহার প্রভাবে পদার্থের সন্নিহিত অণু বা পরমাণু সমষ্টি পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ কিংবা বিপ্রকর্ষণ করে, তাহাকে আণবিক বল কহে। এই বল, আণবিক আকর্ষণ, আণবিক বিপ্রকর্ষণ এবং রাসায়নিক সম্বন্ধ বা আকর্ষণ ভেদে ত্রিবিধ। (১) যে বল প্রভাবে জড় পদার্থের সন্নিহিত অণু বা পরমাণু সমষ্টি পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে, তাহাকে আণবিক আকর্ষণ কহে*। (২) যাহার প্রভাবে জড় পদার্থের সন্নিহিত অণু বা পরমাণু সমষ্টি পরস্পর পরস্পরের বিপ্রকৃষ্ট বা অন্তরিত হয়, তাহাকে আণবিক বিপ্রকর্ষণ বলে, যেমন তাপ। (৩) যে বল প্রভাবে ভিন্ন জাতীয় একাধিক সন্নিহিত পরমাণু পরস্পর আকৃষ্ট হইয়া সর্ব্বতোভাবে ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত নূতন এক প্রকার পদার্থের উদ্ভব সাধন করে, তাহাকে রাসায়নিক সম্বন্ধ বা আকর্ষণ বলে। দুই ভাগ জলজনক বায়ু ও এক ভাগ

* এ স্থলে ইহা বলা আবশ্যক যে, আণবিক আকর্ষণ প্রভাবে পদার্থের পরমাণু সকল পরস্পরের যতই কেন সমীপবর্ত্তী হউক না, কখনই সর্ব্বতোভাবে পরস্পর সংযুক্ত বা সম্মিলিত হয় না।

অম্লজনক বায়ু রাসায়নিক আকর্ষণ প্রভাবে সম্মিলিত হইয়া সর্ব্বতোভাবে বিসদৃশ-গুণ-বিশিষ্ট জলের উৎপত্তি সাধন করে।

(১) সংহতি ও সংসক্তি।—আণবিক আকর্ষণ দ্বিবিধ, সংহতি ও সংসক্তি। যাহার প্রভাবে কোনও দ্রব্যের অণু সমষ্টি দৃঢ় সংবদ্ধ থাকে, তাহাকে সংহতি, এবং যাহার প্রভাবে উপর্য্যুপরি সংস্থাপিত দুইটি দ্রব্য সংবদ্ধ হয়, তাহাকে সংসক্তি কহে। এক গাছি তার কিংবা এক খণ্ড শিলা বা কাষ্ঠ সহজে ছিন্ন হয় না, কারণ সংহতি প্রভাবে ঐ তার, শিলা বা কাষ্ঠ খণ্ডের অণু সমষ্টি দৃঢ় সংবদ্ধ রহিয়াছে। উত্তম পালিস প্রাপ্ত দুই খানি কাচ উপর্য্যুপরি সংস্থাপিত হইয়া চাপ পাইলে, যাহার প্রভাবে দৃঢ় সংবদ্ধ হয়, তাহারই নাম সংসক্তি। সংসক্তি তিন প্রকার। (১) কঠিন পদার্থের সহিত কঠিন পদার্থের সংসক্তি। ইহার প্রভাবে পেনসিল দ্বারা কাগজে, এবং খড়ি দ্বারা বোর্ডে লিখিতে পারা যায়। (২) কঠিন পদার্থের সহিত তরল পদার্থের সংসক্তি। এক খানি কাষ্ঠফলক জলের উপরিভাগে স্থাপিত হইলে, উহাকে যে পুনর্ব্বার সহজে উঠাইতে পারা যায় না, সংসক্তিই তাহার কারণ। একটি কাঠি কিংবা আমাদের আঙুল জলে নিমজ্জিত করিয়া উঠাইলে, কাঠির বা আঙুলের অগ্রভাগে, সংসক্তি হেতুকই জলের ফোটাটি ঝুলিতে থাকে। (৩) কঠিন পদার্থের সহিত বায়বীয় পদার্থের সংসক্তি। এক খানি ধাতুনির্ম্মিত থালা বা এক তাল চিনি জলে নিমগ্ন হইলে, জলের উপরিভাগে যে সকল বিম্ব উত্থিত হয় তাহা বায়ুকণা। সংসক্তি প্রভাবে ঐ সকল বায়ুকণা, থালা বা চিনির সহিত সংবদ্ধ ছিল। এক খণ্ড স্পঞ্জ, জলে নিমজ্জিত হইলে, উহা

হইতেও ঐ প্রকার বায়ুবিম্ব সকল উত্থিত হইতে থাকে।

৭। প্রাকৃতিক বলের কার্য্যকারিতা।—প্রাকৃতিক বল সমষ্টিই নিখিল জগতের গূঢ় রহস্য। জগতের যাবতীয় কার্য্যই প্রাকৃতিক বলমূলক। মহাকর্ষণ ব্রহ্মাণ্ডের স্থূল স্থূল যাবতীয় পদার্থকে সংবদ্ধ রাখিয়াছে। এই মহাবল না থাকিলে বিমানচারী গ্রহমণ্ডলী সূর্য্যকে প্রদক্ষিণ না করিয়া অনন্ত কাল অনন্ত আকাশে ভাসিয়া বেড়াইত; এবং আমরাও পৃথিবীবক্ষে অবস্থিত না থাকিয়া শূন্যমার্গে বিচরণ করিয়া বেড়াইতাম। ব্রহ্মাণ্ডের সূক্ষ্মতম পদার্থ সমূহের সমাবেশ সঙ্ঘটন করিয়া, সংহতি স্থূল পদার্থের উৎপত্তি সাধন করিয়াছে ও নিরন্তর করিতেছে। ইহার অভাবে অবয়ব বিশিষ্ট জড় পদার্থের উৎপত্তি হইত না, এবং বিপুল ব্রহ্মাণ্ডের যাবতীয় পদার্থই পরস্পর অসম্বদ্ধ অণু বা পরমাণু সমষ্টিতে পর্য্যবসিত হইত। রাসায়নিক সম্বন্ধ হেতুক একাধিক পদার্থের সমাবেশে সর্ব্বতোভাবে ভিন্ন ধর্ম্মাক্রান্ত অভিনব পদার্থের উৎপত্তি হয়; সুতরাং ইহা না থাকিলে বৈচিত্রময় জগতে বিচিত্রতার অসদ্ভাব ঘটিত, সজীব জগৎ নির্জ্জীব হইয়া থাকিত, এবং নিখিল জগৎ কতিপয় মাত্র মূল পদার্থে পর্য্যবসিত হইয়া যাইত।

দ্বিতীয় অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

বল ও গতির সম্বন্ধ।

১। গতির নিয়ম।—চিরস্মরণীয় নিউটন যে তিনটি নিয়ম দ্বারা বল ও গতির সম্বন্ধ নিরূপণ করিয়া গিয়াছেন তাহা "গতির নিয়ম" নামে প্রচারিত হইয়াছে।

(ক) গতির প্রথম নিয়ম।—গতির প্রথম নিয়মটি পদার্থের জড়ত্বসম্ভূত। এ নিয়মানুসারে, যে কোনও জড়কণা স্থির থাকে, তাহা অন্য বল প্রয়োগ না হওয়া পর্য্যন্ত স্থির হইয়াই থাকিবে ; আর যে জড়কণা চলিতে থাকে, তাহাও অন্য বল প্রয়োগ না হওয়া পর্য্যন্ত, আপনা হইতে স্থির হইতে না পারিয়া, পূর্ব্ববৎ সমবেগে ও সরল গতিতেই চলিতে থাকিবে। ভূমির প্রতিবন্ধকতা ও বায়ুর অবরোধকতা প্রভৃতি কারণে চিরস্থায়ী গতির উদাহরণ আমরা পৃথিবীতে দেখিতে পাই না।

বল প্রয়োগে জড় পদার্থের গতি বা স্থিতি যে রূপ পরিবর্ত্তিত হয়, তাহা গতির দ্বিতীয় নিয়মে প্রকাশ পাইতেছে। সে নিয়ম এই—

(খ) গতির দ্বিতীয় নিয়ম।—কোনও বল, নিশ্চল জড়কণার উপরে, যেরূপ কার্য্য করে, সচল জড়কণার উপরেও ঠিক সেইরূপ কার্য্য করিয়া থাকে ; এবং যদি কোনও জড়কণার উপরে একেবারে একাধিক বল প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে, ঐ সকল বল স্বতন্ত্র স্বতন্ত্র ভাবে স্ব স্ব অভিমুখে যে রূপ কার্য্য করিত, সমবেত হইয়াও

ঠিক তদ্রূপ করিবে। মনে কর দুইটি সমান বল কোনও পদার্থকে বিপরীত দিকে চালাইতেছে। এক্ষণে সেই পদার্থ, এই উভয়বিধ বলের প্রভাবে, উভয় দিকে সমবেগে চলিতে চাহে, সুতরাং নিশ্চল থাকে। বল দুইটি যদি অসমান হয়, তবে সেই পদার্থ অল্প পরিমিত বলের দিকে অল্প বেগে, এবং অধিক পরিমিত বলের দিকে অধিক বেগে যাইতে চাহে, সুতরাং প্রবল বলের দিকেই তাহার গতি হয়।

নৌকাপথে নদী পার হইবার সময়ে গতির এই দ্বিতীয় নিয়মটির উত্তম উদাহরণ পাওয়া যায়। মনে কর নদীর স্রোত উত্তর দিক্ হইতে দক্ষিণ দিকে যাইতেছে, এবং নৌকা খানি নদীর পশ্চিম তীর হইতে পূর্ব্ব তীরে যাইবে। এ অবস্থায় বাহকেরা যদি নৌকা খানিকে ঠিক পূর্ব্ব মুখ করিয়া চালায়, তাহা হইলে নৌকা খানি ঠিক সরল ভাবে নদীর অপর কূলে না গিয়া, উত্তরণকাল মধ্যে স্রোতের সঙ্গে সঙ্গে কিঞ্চিৎ দূর দক্ষিণে ভাসিয়া যায়। নৌকা খানিকে না চালাইয়া কেবল মাত্র নদী-বক্ষে ভাসাইয়া রাখিলেও, ঐ সময়ের মধ্যে উহা তত দূর দক্ষিণে গিয়া পড়িত। এতদ্দ্বারা স্পষ্ট প্রতীয়মান হইতেছে যে, সচল কি নিশ্চল কোনও পদার্থের উপরে বল প্রযুক্ত হইলে, সেই বলের ক্রিয়া তুল্য রূপই হয়; এবং কোনও পদার্থ একাধিক বল দ্বারা ভিন্ন ভিন্ন দিকে ও ভিন্ন ভিন্ন বেগে চালিত হইলে, উহা এক সময়ে ভিন্ন ভিন্ন দিকে ও ভিন্ন ভিন্ন বেগে চলিতে না পারিয়া, সকল দিকের মধ্যবর্ত্তী এক স্বতন্ত্র দিক অবলম্বন করিয়া, এবং ভিন্ন ভিন্ন বেগের সংঘাত বেগ সহকারে চলিতে থাকে।

এ বিষয় বিশদরূপে বুঝাইবার জন্য আরও একটি উদাহরণ দেওয়া যাইতেছে।

কোনও চলিষ্ণু নৌকার মাস্তুলের উপরিভাগ হইতে কোনও পদার্থ ছাড়িয়া দিলে, সেই পদার্থটি নৌকা নিশ্চল থাকিলে, যেমন মাস্তুলের তলে আসিয়া পড়িত, নৌকা সচল থাকা সত্ত্বেও ঠিক সেই রূপ মাস্তুলের তলে আসিয়া পড়ে। কিন্তু এই দুই প্রকার পতনের মধ্যে প্রভেদ এই যে, নৌকা নিশ্চল থাকা কালীন, সেই পদার্থের উপরে একটি মাত্র বল, অর্থাৎ পৃথিবীর আকর্ষণ, প্রযুক্ত থাকায়, উহা ঠিক লম্বভাবে অধোদেশে পড়ে, কিন্তু নৌকার সচল অবস্থায়, পৃথিবীর আকর্ষণজাত গতি ব্যতীত, পদার্থটিতে নৌকার গতি প্রযুক্ত থাকায়, ঠিক লম্বভাবে অধোদেশে পতিত না হইয়া, নৌকার সঙ্গে সঙ্গে কিয়দ্দূর অগ্রবর্ত্তী হয়। পতনকালে ঐ পদার্থটি নৌকার গতি হইতে বিমুক্ত থাকিলে, অবশ্যই মাস্তুলের পশ্চাদ্ভাগে আসিয়া পড়িত; কারণ, পদার্থের পতন কাল মধ্যে চলিষ্ণু নৌকা ও তৎসঙ্গে উহার মাস্তুল নিশ্চল না থাকিয়া কিয়দ্দুর অগ্রবর্ত্তী হয়।

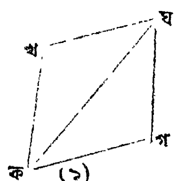
উল্লিখিত দৃষ্টান্ত সকল দ্বারা বল সামান্তরিক ও বেগ সামান্তরিক এই নিয়ম দুইটি প্রতিপন্ন হইতেছে।

(১) **বল সামান্তরিক।**—যদি কোনও জড়কণা এক সময়ে দুইটি বল দ্বারা দুইটি স্বতন্ত্র দিকে চালিত হয়, এবং ঐ জড়কণাকে একটি বিন্দু দ্বারা, এবং ঐ জড়কণা হইতে দুই দিকে দুইটি রেখা টানিয়া, তদ্দ্বারা ঐ দুইটি বলের দিক ও পরিমাণ প্রকাশিত হয়, তাহা হইলে ঐ রেখা দুইটিকে বাহু করিয়া, একটি সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিলে, সেই সমান্তর ক্ষেত্রের যে কর্ণটি ঐ বিন্দুতে সংলগ্ন থাকে, সেই কর্ণটি ঐ বল দ্বয়ের সংঘাত বলের দিক ও পরিমাণ নির্দ্দেশ করে।

(২) **বেগ সামান্তরিক।**—যদি কোনও জড়কণা

এক সময়ে দুইটি ভিন্ন ভিন্ন দিকে দুইটি সমবেগ প্রাপ্ত হয়, এবং যদি ঐ জড়কণা একটি বিন্দু দ্বারা, ও ঐ জড়-কণা হইতে দুই দিকে দুইটি রেখা টানিয়া তদ্দ্বারা ঐ দুই সমবেগের দিক্ ও পরিমাণ প্রকাশিত হয়, তাহা হইলে, ঐ রেখা দুইটিকে বাহু করিয়া একটি সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত করিলে, সেই সমান্তর ক্ষেত্রের যে কর্ণটি ঐ বিন্দুতে সংলগ্ন থাকে, সেই কর্ণটি ঐ বেগদ্বয়ের সংঘাত বেগের দিক্ ও পরিমাণ নির্দ্দেশ করে।

মনে কর, ক জড়কণাকে যে দুইটি বল, এক সময়ে দুই দিকে টানিতেছে, তাহাদের দিক্ ও পরিমাণ, কখ কগ সরল রেখা দুইটি দ্বারা প্রকাশিত হইতেছে। এক্ষণে, কখ কগ রেখা দুইটির উপরে কখঘগ সমান্তর ক্ষেত্র অঙ্কিত হইলে, ইহার কঘ কর্ণটি, ঐ বলদ্বয়ের সংঘাত বলের দিক্ ও পরিমাণ নির্দ্দেশ করে। অর্থাৎ ক জড়কণা, ঐ বলদ্বয়ের যুগপৎ সম্পাতে কঘ রেখানুক্রমে এরূপ ভাবে চলিতে থাকে যে, বোধ হয় যেন, উহার উপরে একটি স্বতন্ত্র বল প্রযুক্ত হইয়াছে, এবং কঘ রেখা সেই বলের দিক্ ও পরিমাণ নির্দ্দেশ করিতেছে।



আবার ক জড়কণা যদি কখ ও কগ এর দিকে দুইটি সমবেগ প্রাপ্ত হয়, এবং সেই সমবেগ দুইটির দিক্ ও পরি-মাণ কখ কগ রেখা দুইটি দ্বারা প্রকাশিত হয়, তাহা হইলে কখঘগ সমান্তর ক্ষেত্রের কঘ কর্ণটি ঐ দুই সমবেগের সংঘাত বেগের দিক্ ও পরিমাণ নির্দ্দেশ করে। অর্থাৎ কোনও নির্দ্দিষ্ট সময়ে, কখ রেখা দ্বারা সূচিত বেগ-প্রভাবে ক জড়কণা যদি কখ রেখানুক্রমে গিয়া খ

বিন্দুতে উপনীত হয়; এবং কগ রেখা দ্বারা সূচিত বেগ প্রভাবে ঐ ক জড়কণা যদি ঐ নির্দ্দিষ্ট সময়ে কগ রেখানুক্রমে গিয়া গ বিন্দুতে উপনীত হয়, তাহা হইলে, এই দুই বেগের যুগপৎ প্রভাবে ক জড়কণা কঘ রেখানুক্রমে গিয়া নির্দ্দিষ্ট সময়ের অন্তে ঘ বিন্দুতে উপনীত হইবে।

(গ) গতির তৃতীয় নিয়ম।—গতির প্রথম ও দ্বিতীয় নিয়ম বর্ণন কালে, বলপ্রয়োগে জড়ের অবস্থা কিরূপ পরিবর্ত্তিত হয়, তাহা বর্ণিত হইয়াছে। এক্ষণে এই বলের সহিত বেগের কি সম্বন্ধ তাহা বলা যাইতেছে। এক খণ্ড লোষ্ট্র গড়াইয়া অন্য আর এক খণ্ডকে আঘাত করিলে, শেষোক্ত লোষ্ট্র খণ্ডটি যে কেবল মাত্র চালিত হয় এমত নহে, পূর্ব্বোক্তটির গতিও কিয়ৎ পরিমাণে পরিবর্ত্তিত করে। এপ্রকার স্থলে পূর্ব্বোক্ত লোষ্ট্র খণ্ডটি হয়ত একেবারে স্থির হয়, নয়ত পূর্ব্বাপেক্ষা অল্পতর বেগে যে দিকে যাইতেছিল সেই দিকেই যায়, অথবা সে দিকে না গিয়া অন্য দিকে যাইতে থাকে। পূর্ব্বোক্ত লোষ্ট্র খণ্ড শেষোক্ত লোষ্ট্র খণ্ডকে আঘাত করায় যে কার্য্য সম্পন্ন হইল, তাহাকে আঘাত, ঘাত বা ক্রিয়া, এবং শেষোক্তটি পূর্ব্বোক্তটির গতির পরিবর্ত্ত ঘটাইয়া যে কার্য্য সম্পন্ন করিল, তাহাকে প্রতিঘাত বা প্রতিক্রিয়া কহে। এক্ষণে গতির তৃতীয় নিয়ম এই—"ক্রিয়ামাত্রেরই এক একটি প্রতিক্রিয়া আছে, এবং প্রত্যেক প্রতিক্রিয়াই উহার ক্রিয়ার তুল্যরূপ ও প্রতিকূল কার্য্যকারী হয়।" দুই খানি সমান ভারি নৌকা পাশাপাশী হইয়া গমন কালে, যদি এক নৌকার আরোহী অন্য নৌকা খানিকে ধাক্কা দেন, তাহা হইলে, ঐ নৌকা ধাক্কা পাইয়া যে দিকে যত দূরে যায়,

অপর নৌকা খানিও ঠিক তত দূরে, তাহার বিপরীত দিকে যায়*।

এ স্থলে ইহাও বলা আবশ্যক যে, সকল পদার্থকে সমান বলে চালিত করিতে পারা যায় না, এবং সমান বলে চালিত হইলেও, সকল পদার্থ সমান বেগে চলে না। এমন কি, আয়তন সমান হইলেও, দ্রব্য-বিশেষে চালিত হইতে ন্যূনাতিরিক্ত বলের আবশ্যক করে, এবং সমান বলে চালিত হইলেও উহাদের বেগের তারতম্য ঘটে। এক খণ্ড প্রস্তর নাড়িতে যে পরিমিত বলের আবশ্যক, উহার সম আয়তন এক খণ্ড কাষ্ঠ নাড়িতে সেই পরিমিত বলের প্রয়োজন হয় না; পরন্তু সমান বলে ঐ দুই দ্রব্য চালিত হইলে, কাষ্ঠখণ্ড, শিলাখণ্ড অপেক্ষা, অধিক বেগে চলে। আবার ঐ শিলাখণ্ড বা কাষ্ঠখণ্ডকে চালিত করিতে যে পরিমিত বলের আবশ্যক, উহা অপেক্ষা বৃহদাকারের শিলাখণ্ড বা কাষ্ঠখণ্ডকে নাড়িতে তদপেক্ষা অধিক পরিমিত বলের প্রয়োজন হয়; কিন্তু যে পরিমিত বল প্রয়োগে ঐ কাষ্ঠখণ্ড বা প্রস্তরখণ্ড, যে পরিমিত বেগে চলে, উহার দ্বিগুণ বলপ্রয়োগে, দ্বিগুণ-বেগে, ও ত্রিগুণ বলপ্রয়োগে, ত্রিগুণ বেগে চলে। অতএব দেখা যাইতেছে যে, যে দ্রব্য ওজনে যত ভারি, অর্থাৎ যে দ্রব্যে যত অধিক স্থিরাংশ থাকে, তাহাকে চালিত করিতে তত অধিক পরিমিত বলের আবশ্যক; এবং যে দ্রব্য ওজনে যত লঘু, অর্থাৎ যাহাতে যত কম স্থিরাংশ থাকে, তাহাকে চালিত করিতে তত অল্প পরিমিত বলের আবশ্যক; কিন্তু সম পরিমিত বল দুইটি

* নৌকা দুখানির ভার এক সমান না হইলে, ভারি খানি কম দূরে এবং হাল্‌কা খানি অধিক দূরে যায়।

সম আয়তন বিশিষ্ট পদার্থে প্রযুক্ত হইলে, উহার মধ্যে ভারি দ্রব্যটির বেগ, লঘু দ্রব্যটির বেগ অপেক্ষা, ন্যূন হয়। ৮ সের পরিমিত কোনও পদার্থ নাড়িতে যে বলের আবশ্যক, ১৬ সের পরিমিত সেই পদার্থ নাড়িতে তাহার দ্বিগুণ বলের আবশ্যক; এবং যে পরিমিত বলের সম্পাতে ১৬ সের পরিমিত দ্রব্য প্রতি ঘণ্টায় ১ মাইল করিয়া চলিতে পারে, সেই পরিমিত বলের সম্পাতে, ৮ সের পরিমিত দ্রব্য, প্রতি ঘণ্টায় ২ মাইল করিয়া চলে। অতএব কোনও সচল পদার্থ বেগে গমন কালে, কত তেজে যাইতেছে জানিতে হইলে, উহার স্থিরাংশকে অর্থাৎ দ্রব্য পরিমাণকে, বেগের পরিমাণ দিয়া পূরণ করিতে হয়। এই বেগের বলকে পদার্থের বেগবল বা তেজ কহে। যদি 'ব' দ্বারা পদার্থের বেগবল, 'বে' দ্বারা বেগ, এবং 'ভ' দ্বারা স্থিরাংশ সূচিত হয়, তবে বেগবলের সহিত বেগ ও স্থিরাংশের যে সম্বন্ধ, তাহা নিম্ন লিখিত সঙ্কেত দ্বারা প্রকাশিত হইতে পারে. যথা:
ব=(বে×ভ)।



দ্বিতীয় অধ্যায়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

মহাকর্ষণ ও মাধ্যাকর্ষণ।

১। মহাকর্ষণ বিষয়ক নিয়মাবলী।—মহাকর্ষণ বিষয়ে যাহা কিছু জানা গিয়াছে তাহা নিউটনের আবিষ্কৃত বক্ষ্যমাণ তিনটি নিয়মে প্রকাশ পাইবে।

(১) ব্রহ্মাণ্ডের কি নিকটস্থ, কি দূরস্থ, যাবতীয় জড়কণাই, পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করিয়া, পরস্পর পরস্পরের নিকটবর্ত্তী হইতে চাহিতেছে।

(২) দুইটি জড়কণার অন্তর্ব্বর্ত্তী দূরত্ব বরাবর এক সমান থাকিলে, উহাদের পরস্পর আকর্ষণ, উহাদের স্থিরাংশের উপর সর্ব্বতোভাবে নির্ভর করে; অর্থাৎ জড়কণা দুইটিতে স্থিরাংশ অধিক থাকিলে তাহাদের পরস্পর আকর্ষণ প্রবল, আর স্থিরাংশ অল্প থাকিলে, আকষণ দুর্ব্বল হয়।

(৩) জড়কণা দুইটিতে এক সমান স্থিরাংশ থাকিলে, দূরত্বের বর্গানুসারে উহাদের পরস্পর আকর্ষণের হ্রাস বৃদ্ধি হয়। অর্থাৎ জড়কণা দুইটির অন্তর্ব্বর্ত্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হইলে, উহাদের পরস্পরের আকর্ষণ, চারি ভাগের এক ভাগ; ত্রিগুণ হইলে, নয় ভাগের এক ভাগ, এবং চারি গুণ হইলে, ষোল ভাগের এক ভাগ মাত্র হয়।

কোনও দুইটি পদার্থের পরস্পর আকর্ষণ জানিতে হইলে, উহাদের স্থিরাংশ পরস্পর গুণন করিয়া, দূরত্বের

বর্গ দিয়া হরণ করিতে হয়। যদি প দ্বারা পদার্থদ্বয়ের পরস্পর আকর্ষণ, দ দ্বারা দূরত্ব, এবং ভ, ভ´ এই দুইটি চিহ্ন দ্বারা উহাদের স্থিরাংশদ্বয় সূচিত হয়, তাহা হইলে

গণিতের সঙ্কেতানুসারে প $= \frac{ভ \times ভ'}{দ^{২}}$ ।

২। **পৃথিবী ও তদুপরিস্থ বস্তু মাত্রের পরস্পর আকর্ষণ।**—পৃথিবী যে বলে তদুপরিস্থ প্রত্যেক বস্তুকে আকর্ষণ করে, পৃথিবীর উপরিস্থ প্রত্যেক বস্তুও ঠিক সেই বলে পৃথিবীকে আকর্ষণ করে। কিন্তু পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে, এক সমান বল, দুইটি দ্রব্যে প্রযুক্ত হইলে, উহাদের মধ্যে যাহাতে অধিক স্থিরাংশ থাকে, তাহা অল্প-বেগে, আর যাহাতে অল্প স্থিরাংশ থাকে, তাহা অধিক বেগে চালিত হয়। পৃথিবীর স্থিরাংশ, তদুপরিস্থ প্রত্যেক পদার্থের স্থিরাংশ অপেক্ষা অনেকাংশে অধিক, এজন্য, পৃথিবী ও তদুপরিস্থ পদার্থ সকলের পরস্পর আকর্ষণ হেতু, পৃথিবীর অভিমুখে তদুপরিস্থ প্রত্যেক পদার্থের অতি প্রবল বেগে গতি হয়, সুতরাং আমরা পৃথিবীবক্ষে যাবতীয় অনাশ্রিত দ্রব্যের পতন দেখিতে পাই। কিন্তু ঐ সকল পদার্থের দিকে পৃথিবীর যে গতি হয়, তাহার বেগ এত অল্প, যে, অনুভূতমাত্রও হয় না। আবার পৃথিবীর উপরিস্থ ক্ষুদ্র বৃহৎ সকল বস্তু যে পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে, তাহাও পৃথিবীর সন্নিকর্ষতা হেতু আমাদের অনুভূত হয় না। পৃথিবীর আকর্ষণ এত প্রবল না হইলে, অথবা পৃথিবীর আকর্ষণ না থাকিলে, সেই সকল পদার্থ যে পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করিতেছে, তাহা আমরা দেখিতে পাইতাম। এমন কি, স্থলবিশেষে এরূপ আকর্ষণ দৃষ্টও হইয়া থাকে। অত্যুচ্চ

পর্ব্বতশৃঙ্গ হইতে পর্ব্বতের পার্শ্বদেশ দিয়া ওলনদড়ি* ঝুলাইয়া দিলে, তাহা ঠিক সরল ভাবে পতিত না হইয়া, পর্ব্বতের দিকে কিঞ্চিৎ হেলিয়া থাকে।

৩। পতনবিষয়ক নিয়ম।—পৃথিবীর আকর্ষণ প্রভাবে যে সকল অনাশ্রিত দ্রব্য ভূতলে পতিত হয়, তাহারা সকলেই এক সমান বেগ প্রাপ্ত হয়। এই বেগ সমবর্দ্ধমান। ইহার প্রভাবে, নানাবিধ পদার্থ এক স্থান হইতে এক কালে নিক্ষিপ্ত হইলে, এক কালে ভূতলে অবতীর্ণ হয়, এবং নিক্ষিপ্ত হইবার পরক্ষণ হইতেই উহাদের বেগ এক সমান বাড়িতে থাকে। ৫ ও ১০ সের পরিমিত দুই দ্রব্য কোনও উচ্চ স্থান হইতে যুগপৎ নিক্ষিপ্ত হইলে, যুগপৎ ভূতলে পতিত হয়। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে নির্ব্বাত স্থলে, লঘু গুরু সকল দ্রব্যই এক কালে নিক্ষিপ্ত হইলে, এক কালে ভূতলে পতিত হয়। তবে যে অনেক দ্রব্য এক কালে নিক্ষিপ্ত হইলেও ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভূতলে অবতীর্ণ হয়, বায়ুর প্রতিবন্ধকতাই তাহার কারণ। কোনও উচ্চ স্থান হইতে প্রস্তর খণ্ড, পালক, তুলা, কাগজ প্রভৃতি এক সঙ্গে নিক্ষিপ্ত হইলে, প্রস্তর খণ্ড সর্ব্বাগ্রে, এবং পালক প্রভৃতি কিঞ্চিৎ বিলম্বে, ভূতলে পতিত হয়। কিন্তু একটি দীর্ঘাকার চোঙের ভিতরে ঐ সকল পদার্থ প্রবেশ করাইয়া, বায়ু-নিষ্কাশক যন্ত্র দ্বারা ঐ চোঙের অভ্যন্তরস্থ বায়ু নিষ্কাশন করণানন্তর ঐ কাচের চোঙটি উল্টাইয়া ধরিলে, চোঙের অপর দিকে ঐ সকল পদার্থকে এক সঙ্গে পড়িতে দেখা যায়। অনন্তর ঐ চোঙের ভিতরে বায়ু প্রবেশ করাইয়া

* এক গাছি দড়ির এক প্রান্তে এক খণ্ড লৌহ, প্রস্তর বা অন্য কোনও ভারি দ্রব্য বাঁধিয়া, সেই দড়ির অপর প্রান্ত ধরিয়া ঝুলাইয়া দিলে, তাহাকে ওলনদড়ি কহে।

উহাকে পুনর্ব্বার উল্টাইয়া ধরিলে দেখা যায় যে, যে দ্রব্য যত ভারি, অর্থাৎ যাহার স্থিরাংশ যত অধিক, তাহা তত শীঘ্র কাচের অপর দিকে পতিত হয়।

৪। উৎক্ষেপণ বিষয়ক নিয়ম।—কোনও দ্রব্য ঊর্দ্ধে উৎক্ষিপ্ত হইলে, তাহার বেগ মাধ্যাকর্ষণের প্রতিকূলতা বশতঃ, ক্রমশঃ মন্দীভূত হইতে থাকে। ঐ বেগ সর্ব্বথা নিবারিত হইলে, সে দ্রব্য আর ঊর্দ্ধে উঠিতে পারে না, পরন্তু পতনশীল বস্তুর ন্যায় সমবর্দ্ধমান বেগে ভূতলে অবতীর্ণ হইতে থাকে।

৫। পদার্থের ভার ও ভারকেন্দ্র।—শূন্যে অবস্থাপিত কোনও অনাশ্রিত দ্রব্য ভূতলে পতিত হয়। আশ্রয় পাইলে এ পদার্থ ভূতলে অবতীর্ণ না হইয়া, সেই আশ্রয়ের উপরেই অবস্থিতি করে। এইরূপ অবস্থান কালে, সেই পদার্থ যে পরিমিত বল দ্বারা সেই আশ্রয়কে চাপিতে থাকে, তাহাকে সেই পদার্থের ভার বা চাপ কহে। ঐ পদার্থ যে পরিমিত বল দ্বারা ঐ আশ্রয়কে চাপিতে থাকে, উহার আশ্রয়ও সেই পরিমিত বল দ্বারা উহার পতন নিবারণ করে। উহার আশ্রয় তৎপরিমিত বল প্রয়োগ করিতে অসমর্থ হইলে, উহার ভার বা চাপ সহ্য করিতে পারে না, সুতরাং পদার্থ, ঐ প্রকার আশ্রয় ভেদ করিয়া, ভূতলে পতিত হয়। এজন্য যে ন্যূনকল্প বল দ্বারা কোনও অনাশ্রিত দ্রব্যের পতন নিবারিত হয়, তাহাই সেই পদার্থের ভারের পরিমাণ। ভূপৃষ্ঠস্থ পদার্থ সকলের ভার মাধ্যাকর্ষণমূলক। ইহার প্রভাবে পদার্থের প্রত্যেক অণুই পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখে আকৃষ্ট হয়; এবং যে ভিন্ন ভিন্ন বলে পদার্থের ভিন্ন ভিন্ন অণু আকৃষ্ট হয়, তাহাদের সংঘাত বলকে সেই পদার্থের ভার, ও ঐ সংঘাত বলের প্রয়োগ স্থলকে

উহার ভারকেন্দ্র কহে। ভারকেন্দ্র আশ্রয় পাইলেই দ্রব্য সকল স্থির হইয়া থাকে। ভারকেন্দ্র, অধঃ ঊর্দ্ধ এই দুই দিক্ হইতেই আশ্রয় পাইতে পারে। ঊর্দ্ধ দিক্ হইতে আশ্রয় পাইলে, পদার্থ সকল এমন ভাবে ঝুলিতে থাকে যে, উহার ভারকেন্দ্র উহার অবলম্বনের ঠিক নিম্নে পড়ে; এবং অধোদেশ হইতে অবলম্বন পাইলে, সেই পদার্থ এমন ভাবে অবস্থিতি করে যে, উহার ভারকেন্দ্র স্বকীয় অবলম্বনের ঠিক উপরে থাকে।

৬। পদার্থের ভারকেন্দ্র নিরূপণ।—কোনও পদার্থের দুই দিকে দুই গাছি রজ্জু বা সূত্র বাঁধিয়া, তাহার এক এক গাছি এক এক বার ধরিয়া সেই পদার্থকে দুই বার স্বতন্ত্রভাবে ঝুলাইলে; এবং ঐ পদার্থ যখন ঝুলিতে থাকে, তখন ঐ রজ্জুর সমসূত্রে লম্বভাবে দুই বারে দুইটি রেখা টানিলে, সেই রেখা-দ্বয়ের সম্পাত বিন্দুতে, সেই পদার্থের ভারকেন্দ্র থাকে। এই রূপে দেখা যায় যে, নিয়তাকার ও সমঘন বস্তু-মাত্রের ঠিক মধ্যস্থলই উহার ভারকেন্দ্র; গোলাকার বস্তুর কেন্দ্রই উহার ভারকেন্দ্র; স্তম্ভের মেরুদণ্ডের মধ্যবিন্দুই উহার ভারকেন্দ্র; সামান্তরিকের কর্ণদ্বয়ের সম্পাতবিন্দুই উহার ভারকেন্দ্র। কোনও ত্রিভুজের দুইটি কোণ হইতে সম্মুখস্থ বাহুদ্বয়কে দ্বিখণ্ডিত করিয়া দুইটি রেখা টানিলে, ঐ রেখাদ্বয়ের সম্পাতবিন্দুই সেই ত্রিভুজের ভারকেন্দ্র হয়। বালা, অঙ্গুরীয়ক প্রভৃতি দ্রব্যের ভারকেন্দ্র সেই সেই দ্রব্যে না থাকিয়া উহাদের পরিধির ঠিক মধ্যস্থ শূন্য স্থানে থাকে।

৭। সাম্যভাব।—পদার্থসকলের ভারকেন্দ্র অবলম্বন পাইলে উহারা স্থির হইয়া থাকে। ঐ প্রকার স্থির হইয়া থাকাকে উহার সাম্যভাব কহে। সাম্য-

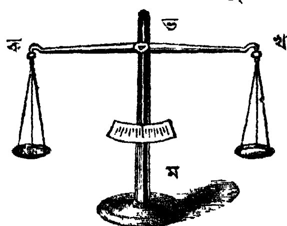
ভাব তিন প্রকার ; স্থায়ী, অস্থায়ী ও উদাসীন। কোনও পদার্থ যে অবস্থায় অবস্থিত হইলে সহসা বিচলিত হয় না, এবং ঈষৎ বিচলিত হইলেও, পরক্ষণে পূর্ব্বাবস্থা পুনঃপ্রাপ্ত হয়, তাহাকে উহার স্থায়ীসাম্যভাব কহে। স্থায়ী সাম্যভাবাপন্ন কোনও পদার্থ বিচলিত হইবামাত্র উহার ভারকেন্দ্র কিঞ্চিৎ উত্থিত হয়। যে অবস্থায় অবস্থিত হইলে কোনও পদার্থ সহসা বিচলিত হয়, এবং বিচলিত হইবামাত্র উহার সাম্যভাব বিনষ্ট হওয়ায় উহা আর পূর্ব্বাবস্থা প্রাপ্ত হয় না, তাহাকে উহার অস্থায়ী সাম্যভাব কহে। অস্থায়ী সাম্যভাবাপন্ন পদার্থ বিচলিত হইবামাত্র উহার ভারকেন্দ্র নিম্নগামী হয়। রজ্জু বা সূত্র দ্বারা অবলম্বিত বস্তুমাত্রেরই সাম্যভাব স্থায়ী। বস্তু সকলের প্রশস্ত দিক্ ভূতলে ন্যস্ত হইয়া থাকিলে উহারা প্রায়ই স্থায়ীসাম্যভাবাপন্ন হয়। কিন্তু উহাদের সূক্ষ্ম বা অপ্রশস্ত দিক্ ভূতলে ন্যস্ত হওয়ায় উহারা স্থিরভাবে থাকিলে, তাহাকে অস্থায়ী সাম্যভাব কহে, কারণ এ অবস্থায় তিলার্দ্ধ বিচলিত হইলেই বস্তু সকল স্থির না থাকিয়া পড়িয়া যায়*। অঙ্গুলির অগ্রভাগে লম্বভাবে সংস্থিত যষ্টির সাম্য ভাব অস্থায়ী। যেরূপে অবস্থিত হইলে, অবস্থান্তরেও বস্তু সকলের সাম্যভাব বিনষ্ট হয় না, পরন্তু যখন যে ভাবে সংস্থাপিত হয়, তখন সেই ভাবেই স্থির হইয়া থাকে, তাহাকে উহাদের উদাসীন সাম্যভাব কহে। এ অবস্থাপন্ন পদার্থকে চালিত করিলে উহার ভারকেন্দ্র বরাবর এক সমান থাকে, কখনও ঊর্দ্ধে বা অধোদেশে যায় না। গোলাকার পদার্থ মাত্রকে (যেমন ভাঁটা) যে অবস্থায়

* একটি মোচার অগ্রভাগ দ্বারা এ বিষয়টী অতি সহজে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে।

রাখা যায়, তাহা সেই অবস্থাতেই স্থির হইয়া থাকে, সুতরাং উহার সাম্যভাবকেই উদাসীন সাম্যভাব কহে।

৮। নিক্তি বা তুলাদণ্ড।—যে যন্ত্র দ্বারা বস্তু সকলের আপেক্ষিক ভার * নির্ণীত হয়, তাহাকে নিক্তি বা তুলাদণ্ড কহে।

এ স্থলে নিক্তি বা তুলাদণ্ডের প্রতিকৃতি প্রকাশিত হইতেছে। ক খ, একটি লৌহ বা পিত্তল দণ্ড। ইহার ভারকেন্দ্র ভ, ভম, অবলম্বনের উপরে অবস্থিত হওয়ায় দণ্ডটি ঠিক সরল ভাবে ভূমির সমান্তরাল হইয়া থাকে।



(২)

উহার ক ও খ বিন্দু হইতে দুইটি সমান ভারি পাল্লা ঝুলাইলে, এবং ঐ দুই পাল্লা ভারশূন্য হইলে অথবা সমান ভার পাইলে, ক খ দণ্ড পূর্ব্বের ন্যায় সরল ভাবে থাকে†।

---

* যে পদার্থের ভার জানা আছে, এমন পদার্থের ভারের সহিত তুলনা করিয়া অন্যান্য পদার্থের ভার নির্ণীত হয় বলিয়া, পদার্থের ভারকে আপেক্ষিক ভার কহে। আপেক্ষিক ভার ব্যতীত, বস্তু সকলের প্রকৃত ভারের বিষয় আমরা কিছুই অবগত নহি। বকযন্ত্র দ্বারা জল চোয়াইয়া লইয়া উহার ভারের সহিত তুলনা করিয়া অন্যান্য পদার্থের ভার নির্ণীত হইয়া থাকে।

† নিক্তির নির্ম্মাণবৈগুণ্য বশতঃ অনেক সময়ে পাল্লা ভার প্রাপ্ত না হইলেও ক খ দণ্ড ঠিক ভূমির সমান্তরাল না হইয়া উচু নীচু হইয়া থাকে; এ অবস্থায় এপ্রকার নিক্তি দ্বারা কোনও দ্রব্য ওজন করিতে হইলে পুর্ব্বাহ্ণে পাল্লায় কোনও ভারি দ্রব্য চড়াইয়া নিক্তি দণ্ডকে ঠিক সোজা অর্থাৎ ভূমির সমান্তরাল করিয়া লইতে হয়। ইহাকে চলিত কথায় পাষাণভাঙ্গা কহে।

কিন্তু পাল্লা দুইটিতে অসমান ভার চাপান হইলে, যে পাল্লায় অধিক ভার থাকে, দণ্ডটি সেই দিকে কিঞ্চিৎ ঝুকিয়া পড়ে। এক্ষণে, কোনও দ্রব্যের ভার নির্ণয় করিতে হইলে, সেই দ্রব্য এক পাল্লায় চড়াইয়া, দণ্ডটি ঠিক পূর্ব্বের ন্যায় ভূমির সমান্তরাল না হওয়া পর্য্যন্ত, অপর পাল্লায়, যাহার ভার জানা আছে এমন কোনও দ্রব্য (বাটখারা প্রভৃতি) চড়াইতে হয়। অনন্তর এই সকল ভারের অর্থাৎ বাটখারার পরিমাণ দেখিয়া অপর পাল্লায় সংস্থাপিত পদার্থের ভার নির্ণীত হয়। বাটখারার পরিমাণ যত সের, যত পোয়া, ও যত ছটাক, ঐ দ্রব্যের ভারও ঠিক তত সের, তত পোয়া ও তত ছটাক হয়।

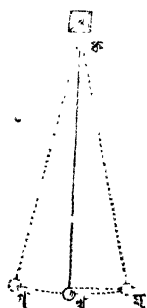
৯। **পদার্থের ভার সর্ব্বত্র সমান নহে।**— মাধ্যাকর্ষণ ভূপৃষ্ঠস্থ যাবতীয় পদার্থের ভারিত্বের কারণ। ইহার হ্রাস বৃদ্ধি অনুসারে পদার্থ সকলের ভারেরও হ্রাস বৃদ্ধি ঘটিয়া থাকে। ধরাতল হইতে বস্তু সকলকে যত ঊর্দ্ধে তোলা যায়, দূরত্বের বর্গানুসারে আকর্ষণের হ্রাস হওয়ায়, উহাদের ভার তত কমিতে থাকে। আবার নিরক্ষ প্রদেশ হইতে বস্তু সকল যত উত্তরে বা দক্ষিণে প্রেরিত হয়, উহাদের ভার তত বৃদ্ধি পায়। পৃথিবী যদি সর্ব্বতোভাবে গোলাকার হইত, তাহা হইলে উহার মাধ্যাকর্ষণ সর্ব্বত্র সমান হইত; সুতরাং ধরাতলস্থিত বস্তু সকলের ভারও সর্ব্বত্র সমান হইত। কিন্তু পৃথিবী সর্ব্বতোভাবে গোলাকৃতি নহে, উহার উত্তর ও দক্ষিণদিক্ কিঞ্চিৎ চাপা, এজন্য নিরক্ষ প্রদেশ অপেক্ষা সুমেরু ও কুমেরু প্রদেশ পৃথিবীর মধ্যবিন্দুর সন্নিকট; এবং এই মধ্যবিন্দু হইতেই মাধ্যাকর্ষণ লম্বভাবে কার্য্যকারী হয়, সুতরাং নিরক্ষপ্রদেশস্থিত কোনও বস্তু, যে পরিমিত বল সহকারে আকৃষ্ট হয়, সেই বস্তু সুমেরু বা

কুমেরু প্রদেশে অবস্থাপিত হইলে তদপেক্ষা অধিকতর বলে আকৃষ্ট হইয়া থাকে। এজন্য সুমেরু বা কুমেরু প্রদেশে অবস্থিত পদার্থ, ওজনে যত ভারি হয়, সেই পদার্থ নিরক্ষপ্রদেশে অবস্থাপিত হইলে তদপেক্ষা কিঞ্চিৎ হাল্কা হয়*। একই পদার্থের এরূপ স্থানবিশেষে ভারের ন্যূনাধিক্য নিক্তি বা তুলাদণ্ড দ্বারা অনুমিত হয় না; কিন্তু পরিদোলকের দোলন দৃষ্টে স্পষ্ট বুঝিতে পারা যায় যে, একই পদার্থ পৃথিবীর সর্ব্বস্থলে সমান বলে আকৃষ্ট হয় না। পণ্ডিতেরা পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন যে, একটি পরিদোলকের দোলনসংখ্যা প্রতি মিনিটে, সুমেরু বা কুমেরু প্রদেশ অপেক্ষা নিরক্ষপ্রদেশে, এবং কোনও পর্ব্বতের মূলদেশ অপেক্ষা পর্ব্বতশিখরে, কম হয়। মাধ্যাকর্ষণ নিবন্ধন পরিদোলকের দোলন কার্য্য সম্পন্ন হয়, সুতরাং উহা যে দেশে যত প্রবল, পরিদোলকের দোলনক্রিয়াও সেই দেশে তত বেগে নিষ্পন্ন হয়।

১০। পরিদোলক।—রজ্জু, তার, বা দণ্ড সংবদ্ধ কোনও ভারি দ্রব্য ঝুলাইয়া রাখিলে, উহা কিয়ৎক্ষণ অগ্র পশ্চাৎ দুলিয়া, পরিশেষে ঠিক ওলনদড়ির ন্যায় স্থির হইয়া থাকে। এ অবস্থায় উহাকে এক দিকে কিয়দ্দূর টানিয়া ছাড়িয়া দিলে, উহা পুনর্ব্বার দুলিতে থাকে। এরূপ দুলিবার সময়ে, ঐ পদার্থ দুই দিকে

* পৃথিবীর আহ্নিক গতি নিবন্ধন মাধ্যাকর্ষণের প্রতিকূল-কার্য্যকারী এক প্রকার কেন্দ্রাপসারক বলের বিকাশ হয়। ঐ বল নিরক্ষ প্রদেশে সমধিক প্রবল; সুমেরু বা কুমেরু প্রদেশে উহা একেবারেই লক্ষিত হয় না। এ কারণেও নিরক্ষ প্রদেশে অবস্থাপিত কোনও দ্রব্য, সুমেরু বা কুমেরু প্রদেশে অবস্থাপিত সেই দ্রব্য অপেক্ষা, ওজনে হাল্কা হইয়া থাকে।

সকল অবস্থাতেই সমান উৰ্দ্ধে উঠে, এবং উহার প্রত্যেক দোলনক্রিয়া প্রায় একই সময়ে নিষ্পন্ন হয়। উহার দোলনরজ্জু যত দীর্ঘ হয়, উহার প্রত্যেক দোলন-ক্রিয়া সম্পন্ন হইতে তত অধিক সময় আবশ্যক করে; এবং ঐ দোলনরজ্জু যত হ্রস্ব হয়, উহার প্রত্যেক দোলনক্রিয়া তত অল্প সময়ে সম্পন্ন হয়। দোলন-পিণ্ডের ভারিত্বের সহিত উহার দোলনক্রিয়ার কোনও সম্বন্ধ নাই। সিকেয় লম্বিত হাঁড়ি বা ছেলেদের দোলা দুলাইয়া সকলেই অনায়াসে এ বিষয় পরীক্ষা করিতে পারেন। রজ্জু, তার বা দণ্ড সংবদ্ধ কোনও ভারি পদার্থ পূর্ব্বোক্ত প্রকারে দুলিতে থাকিলে উহাকে পরি দোলক কহে। এ স্থলে একটি পরিদোলকের প্রতিকৃতি প্রকাশিত হইতেছে।



(১)

ক বিন্দু হইতে লম্বিত ক খ দণ্ডে সংবদ্ধ খ ধাতুপিণ্ডের নাম পরিদোলক। খ ধাতুপিণ্ড, খ চিহ্নিত স্থলে, সাম্যভাবে অবস্থিত রহিয়াছে। এক্ষণে খ পিণ্ডকে গ বিন্দু পর্য্যন্ত টানিয়া ছাড়িয়া দিলে, মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে উহা পৃথিবীবক্ষে অবতীর্ণ হইতে চায়, কিন্তু দণ্ডের সহিত সংবদ্ধ থাকায় ভূতলে পড়িতে না পারিয়া খ বিন্দুতে আসিয়া উপ-স্থিত হয়। এ স্থলে আসিতে আসিতে উহার বেগ এত বৃদ্ধি পায়, যে, ঐ স্থলে স্থির হইয়া থাকিতে না পারিয়া বিপরীত দিকে, ঘ বিন্দু পর্য্যন্ত, উত্থিত হয়। মাধ্যাকর্ষণের প্রতিকূলে আর উৰ্দ্ধে উঠিতে না পারিয়া পুনর্ব্বার অবতরণ করে, এবং পূর্ব্বোক্ত কারণে গ বিন্দুপর্য্যন্ত উঠে। গ ও ঘ বিন্দু, খ বিন্দু হইতে সম-

দূরবর্ত্তী। পরিদোলকের দোলনক্রিয়া বা অগ্রপশ্চাৎগতি এই রূপ বারংবার হইতে থাকে। অনন্তর বায়ুর প্রতিবন্ধকতা এবং লম্বনবিন্দুর সহিত দোলনদণ্ডের ঘর্ষণ প্রভৃতি কারণে পরিদোলকের গতি মন্দীভূত হইতে হইতে অবশেষে একেবারে লুপ্ত হইয়া যায়। পরিদোলক যন্ত্র দ্বারা পৃথিবীর কোন্ স্থলে মাধ্যাকর্ষণ কত প্রবল, কেবল যে ইহাই নির্ণীত হয় এমত নহে, ইহা সময় নিরূপণেও বিশেষ উপযোগী। এজন্য পরিদোলকই ঘটিকা যন্ত্রের মূল যন্ত্র বা প্রধান উপাদান।

তৃতীয় অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

কঠিন পদার্থ।

১। কঠিন পদার্থের প্রকৃতি ও আকৃতি।—কঠিন পদার্থ সকলের প্রকৃতি এই যে, উহারা কোনও না কোনও নির্দ্দিষ্ট আকৃতি * বিশিষ্ট হইয়া থাকে, এবং স্বকীয় আকৃতি অব্যাহত রাখিতে যথাসাধ্য চেষ্টা করে। প্রাকৃতিক কঠিন পদার্থ সকল স্ফটিকময়, তন্তুময়, এবং স্তরময়, এই তিনের কোনও না কোনও আকৃতি পরিগ্রহ করিয়া থাকে †। এই ত্রিবিধ আকার প্রাপ্ত পদার্থ

---

* পদার্থের আকৃতির সহিত আয়তনের কোনও সম্বন্ধ নাই। ঘটী ও বাটী এতদুভয়ের আকৃতি ভিন্নপ্রকার হইলেও আয়তন এক সমান হইতে পারে। একটি ঘটী ও একটি বাটী এই দুই পদার্থই যদি একসের পরিমিত জলে পরিপূর্ণ হয়, তাহা হইলে উহাদের উভয়েরই আয়তন একসমান, অর্থাৎ উহাদের পরিমাণ একসের।

† তরল পদার্থ সকল অতিরিক্ত শীত প্রভাবে কঠিন ভাবাপন্ন হইবার সময়ে স্বপ্রকৃতার্য্যবিনিন্দিত যে মনোহর আকার ধারণ করে তাহাকে স্ফটিকময় কহে। মিছরি, বরফ, সোরা, ফটকিরি, হীরক প্রভৃতি পদার্থ সকল স্ফটিকময় দ্রব্যের দৃষ্টান্তস্থল।

তন্তু বা সূত্রপ্রধান পদার্থ সকলকে, অর্থাৎ যে সকল পদার্থে বহুল পরিমাণে তন্তু পাওয়া যায়, তাহাদিগকে তন্তুময় পদার্থ কহে। প্রাণিশরীর, উদ্ভিদ পদার্থ সকল, পাট, শণ প্রভৃতি তন্তুময় পদার্থের সুন্দর দৃষ্টান্তস্থল।

আবার কারুকার্য্যপ্রভাবে বহুবিধ আকার প্রাপ্ত পদার্থে পরিবর্ত্তিত হইতে পারে।

২। **কঠিন পদার্থের বিশেষ ও নৈমিত্তিক গুণ।**— সংহতি প্রভাবে পদার্থের অণুসমষ্টি পরস্পব দৃঢ়সংবদ্ধ হইয়া আকারপ্রাপ্ত কঠিনপদার্থের উৎপত্তি সাধন করে; কিন্তু সর্ব্বপ্রকার পদার্থে অণুসমষ্টির সন্নিবেশ একই প্রকারে সম্পন্ন হয় না, এজন্য এ সকল পদার্থ, কাঠিন্য, ভঙ্গপ্রবণতা, ঘাতসহত্ব, তান্তবতা, টানসহত্ব বা ভারসহত্ব প্রভৃতি কতকগুলি গুণ প্রাপ্ত হয়।

(ক) কাঠিন্য।—যে গুণ থাকায় এক বস্তু সহসা অন্য বস্তু দ্বারা অঙ্কিত হয় না, তাহাকে কাঠিন্য কহে। কাঠিন্যের বিপরীত গুণকে কোমলত্ব বলা যাইতে পারে। হীরক দ্বারা কাচ অঙ্কিত হয়, বা কাটিতে পারা যায়, কিন্তু ছুরিকা দ্বারা উহা অঙ্কিত হয় না; এজন্য কাচ, ছুরিকা বা ইস্পাত অপেক্ষা কঠিন, কিন্তু হীরক অপেক্ষা কোমল। বস্তুতঃ এমন পদার্থই নাই যাহা হীরক দ্বারা অঙ্কিত হয় না; এজন্য হীরকে কাঠিন্য গুণ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক। অনেক পদার্থকে ইচ্ছামত কঠিন বা কোমল করা যাইতে পারে। এক খণ্ড ইস্পাত অতিতপ্ত অবস্থায় সহসা জলনিমগ্ন হইলে, অপেক্ষাকৃত অনেক পরিমাণে কঠিন হয়; কিন্তু উষ্ণাবস্থায় সহসা জলনিমগ্ন না হইয়া ক্রমে শীতল হইলে উহা অনেক পরিমাণে কোমল হয়। পূর্ব্বোক্ত প্রকারে কোনও পদার্থ অতিতপ্তাবস্থায় জলনিমগ্ন হইয়া সহসা শীতল হইলে, সে

যে সকল পদার্থ স্তরে স্তরে বিন্যস্ত থাকে, তাহাদিগকে স্তরময় কহে। যথা, মৃত্তিকা, প্রস্তর, অভ্র প্রভৃতি।

কেবল মাত্র উহার কাঠিন্য গুণ বৃদ্ধি পায়, এমত নহে, উহা অতিশয় ভঙ্গপ্রবণও হয়।

(খ) **ভঙ্গপ্রবণতা।**—যে গুণ থাকায় কোনও কোনও বস্তু অল্প আঘাতেই ভগ্ন হইয়া যায়, তাহার নাম ভঙ্গপ্রবণতা। অতি কঠিন পদার্থমাত্রেই প্রায় এই গুণ দৃষ্ট হয়। কাচ ভঙ্গপ্রবণ পদার্থের মধ্যে সর্ব্বাগ্রগণ্য।

(গ) **ঘাতসহত্ব।**—যে গুণ থাকায় কোন কোন পদার্থকে পিটিয়া পাতলা পাত করিতে পারা যায়, তাহাকে ঘাতসহত্ব কহে। ধাতুদ্রব্য মাত্রই ন্যূনাতিরিক্ত ঘাতসহ। কিন্তু স্বর্ণ পিটিয়া যে রূপ সূক্ষ্ম পাত প্রস্তুত হয়, এরূপ সূক্ষ্ম পাত আর কোনও ধাতুর হয় না।

(ঘ) **তান্তবতা।**— যে গুণ থাকায় কতকগুলি পদার্থকে টানিয়া তন্তু বা তার প্রস্তুত করা যায়, তাহাকে তান্তবতা কহে। ঘাতসহত্ব গুণের সহিত তান্তবতা গুণের কোনও সম্বন্ধ নাই। লৌহ দ্বারা অতি সূক্ষ্ম তার প্রস্তুত হয়, কিন্তু সেরূপ সূক্ষ্ম পাত হয় না। প্লাটিনাম নামক ধাতুতে এ গুণটি সর্ব্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে লক্ষিত হয়। কাচ, মোম, প্রভৃতি পদার্থকে তাপপ্রভাবে দ্রব করিয়া তদ্দ্বারা তার প্রস্তুত করিতে পারা যায়।

(ঙ) **টানসহত্ব বা ভারসহত্ব।**—যে গুণ থাকায় কতকগুলি বস্তুকে টানিয়া বা উহাদের অগ্রভাগে ভার ঝুলাইয়া সহজে ছিন্ন করা যায় না, তাহাকে টানসহত্ব কহে। কোনও পদার্থ ভঙ্গপ্রবণ হইলেই যে উহা টানসহ বা ভারসহ হইবে না এমত নহে। কাচ অতিশয় ভঙ্গপ্রবণ, কিন্তু টানিয়া কিংবা উহার অগ্রভাগে ভার ঝুলাইয়া কাচকে কখনই ছিন্ন করিতে পারা যায় না। পাট, শণ, চর্ম্ম প্রভৃতি পদার্থে এই গুণ বহুল পরিমাণে লক্ষিত হয়।

তৃতীয় অধ্যায়।

দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

তরল পদার্থ।

১। তরল পদার্থের প্রকৃতি।—অণুসমষ্টি মধ্যে সংহতিবলের প্রবলতা হেতু নির্দ্দিষ্ট আকৃতি পরিগ্রহ করিয়া থাকা কঠিন পদার্থের স্বাভাবিক অবস্থা। এ বলের অত্যল্পতা প্রযুক্ত তরল পদার্থ মাত্রেরই কোনও নির্দ্দিষ্ট আকৃতি নাই, যখন যে আকৃতির পাত্রে অবস্থাপিত হয়, তখন সেই পাত্রের আকৃতিই প্রাপ্ত হয়। এ নিমিত্ত যাবতীয় তরল পদার্থকে অতি সহজে ইতস্ততঃ সঞ্চালিত করিতে পারা যায়। তরল পদার্থকে সঞ্চালিত করা যেমন সহজ; উহাকে আকুঞ্চিত করা আবার তেমনি কঠিন *। সংহতিবল যে তরল পদার্থ মধ্যেও কিয়ৎ

---

* চাপ প্রাপ্ত হইলেও তরল পদার্থ সকল সহজে অল্পায়তন ও সঙ্কুচিত হয় না দেখিয়া পূর্ব্ব পূর্ব্ব পণ্ডিতেরা মনে করিতেন যে, তরল পদার্থে আকুঞ্চনত্ব ও প্রসারণত্ব সুতরাং স্থিতিস্থাপকত্ব গুণ নাই। কিন্তু সুইডেননিবাসী প্রসিদ্ধ পণ্ডিত আর্ষ্টেড ১৮২৩ খ্রীষ্টাব্দে বিস্তর পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে, তরল পদার্থে আকুঞ্চনত্ব ও প্রসারণত্ব গুণ কিয়ৎপরিমাণে লক্ষিত হয়। সমধিক চাপ পাইলে সকল প্রকার তরল পদার্থই কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ আকুঞ্চিত হয়, এবং এই চাপ অপহৃত হইবামাত্র উহারা স্বকীয় পূর্ব্বাবস্থা পুনঃপ্রাপ্ত হয়। এজন্য তরল পদার্থমাত্রও যে স্থিতিস্থাপকগুণসম্পন্ন, তাহাতে আর সন্দেহ নাই।

পরিমাণে বিদ্যমান আছে, তরল পদার্থের ফোটাই তাহার প্রমাণ। তরল পদার্থ মধ্যে এ বলের সর্ব্বথা অসদ্ভাব ঘটিলে, জগতে আমরা নীহারবিন্দু, বৃষ্টি বা জলের ফোটা প্রভৃতি কিছুই দেখিতে পাইতাম না।

২। তরল পদার্থের নৈমিত্তিক গুণ।—

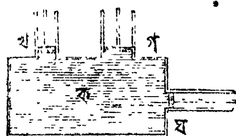
(ক) **প্রবহমাণতা**।—তারল্যপ্রভাবে সঞ্চালিত হওয়া তরল পদার্থ মাত্রেরই ধর্ম্ম বটে, কিন্তু সকল প্রকার তরল পদার্থ সমান ভাবে প্রবাহিত হয় না। মধু, গুড় প্রভৃতি পদার্থে প্রবহমাণতা গুণটি এত অল্প পরিমাণে লক্ষিত হয় যে, উহাদিগকে তরল পদার্থ মধ্যে পরিগণিত করিতে পারা যায় কি না সন্দেহ। উহারা কঠিন ও তরল এই উভয়ের মধ্যবিধ অবস্থা পরিগ্রহ করিয়া রহিয়াছে। এ অবস্থাকে শ্যানতা, এবং ঐ ঐ পদার্থকে শ্যান দ্রব্য বলা যাইতে পারে।

(খ) **চাপসঞ্চালকতা**।—তরল পদার্থমাত্রেই চাপ বা বল সঞ্চালক। কোনও তরল পদার্থের এক অংশে চাপ প্রযুক্ত হইলে, উহা তাহার সর্ব্বত্র সমভাবে সঞ্চালিত হয়। তরল পদার্থের প্রকৃতি অনুসারে, উহার কণাসমষ্টি অনায়াসে ইতস্ততঃ সঞ্চালিত হইতে পারে, এজন্য উহার প্রত্যেক কণাই যে, সকল দিক্ হইতে সমান পরিমিত বল প্রাপ্ত না হইলে, কখনই স্থির বা সাম্যভাবাপন্ন হইয়া থাকিতে পারে না, তাহা সহজেই বুঝা যাইতেছে। ফরাসিদেশীয় সুবিখ্যাত পণ্ডিত পাস্কাল

প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ৭॥ সাড়ে সাত সের পরিমিত চাপ প্রয়োজিত হইলে জলের আয়তন $\frac{১}{২০০০০}$ এবং পারদের আয়তন $\frac{১}{২০০০০০}$ কমে।

সর্ব্বপ্রথমে তরল পদার্থের এই ধর্ম্ম আবিষ্কার করেন বলিয়া ইহা পাস্কালের নিয়ম নামে প্রসিদ্ধ হইয়াছে।

নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা এ বিষয় বিশদ রূপে বুঝা যাইতে পারে।



(৫)

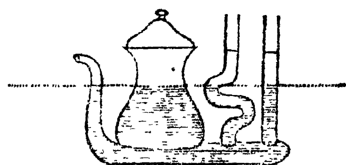
মনে কর ক চিহ্নিত একটি বাক্স জলে পূর্ণ হইয়াছে। খ, ঘ, প্রভৃতি ইহার কতিপয় ছিদ্র ছিপি দ্বারা রুদ্ধ রহিয়াছে। এক্ষণে ইহার কোনও একটি ছিপিতে কিঞ্চিৎ পরিমিত বল প্রযুক্ত হইলে, সেই বল ঐ বাক্সের অভ্যন্তরস্থ জলের সর্ব্বত্র সমভাবে সঞ্চালিত হওয়ায় বাক্সের কাষ্ঠময় আবরণের বা ডালার সর্ব্বত্র উহার ক্রিয়া প্রকাশ পাইতে থাকে। এজন্য ঐ বল সম্পাতে ঘ নামক ছিপি খুলিয়া গিয়া ঐ ছিদ্র দিয়া জল নির্গত হইতে থাকে। এ অবস্থায় ছিদ্র দুইটির পরিসর বা ক্ষেত্রফল যদি এক সমান হয়, তবে ঘ পথে জল-নির্গম রোধ করিতে হইলে, যে পরিমিত বল খ নামক ছিপিতে প্রযুক্ত হইয়াছিল, সেই পরিমিত বল ঘ নামক ছিপিতেও প্রয়োগ করা আবশ্যক। খ নামক ছিপিতে এক সের পরিমিত বল প্রযুক্ত হইয়া থাকিলে, ঘ নামক ছিপিতেও ঐ এক সের পরিমিত বল প্রয়োগ করা আবশ্যক। আবার গ নামক ছিদ্রের পরিসর বা ক্ষেত্র-ফল পূর্ব্বোক্ত ছিদ্রদ্বয়ের ক্ষেত্রফলের দ্বিগুণ হইলে, এ দ্বার দিয়া জল-নির্গম বন্ধ করিতে উহার দ্বিগুণ বল, এবং উহার ক্ষেত্রফল পূর্ব্বোক্ত ছিদ্রদ্বয়ের ক্ষেত্রফলের অর্দ্ধেক হইলে, উহার অর্দ্ধেক বল প্রয়োগ করা আবশ্যক। বহুছিদ্রবিশিষ্ট জলপূর্ণ পিচ্‌কিরীর অর্গলটি বলপূর্ব্বক

ভিতরের দিকে প্রবেশ করাইলে, পূর্ব্বোক্ত কারণেই উহার সমক্ষেত্রফলবিশিষ্ট ছিদ্র সকল দিয়া সমান বেগে জল-নির্গম হইতে থাকে।

(১) ব্রামার পেষণ যন্ত্র।—পাস্কালের আবিষ্কৃত তরল পদার্থের উল্লিখিত নিয়ম অবলম্বনে অনেক প্রকার বারিঘটিত যন্ত্রের সৃষ্টি হইয়াছে। ইহাদের মধ্যে ব্রামার পেষণ যন্ত্র সর্ব্ব প্রধান। এ যন্ত্রের সহায়তায় বস্ত্র, তুলা, পাট প্রভৃতি বস্তু সকলকে যাঁত দিয়া, উহাদের আয়তন অনেক পরিমাণে হ্রাস করিয়া, অনায়াসে এক সঙ্গে অনেক পরিমাণ পদার্থ দেশ দেশান্তরে প্রেরিত হইতেছে।

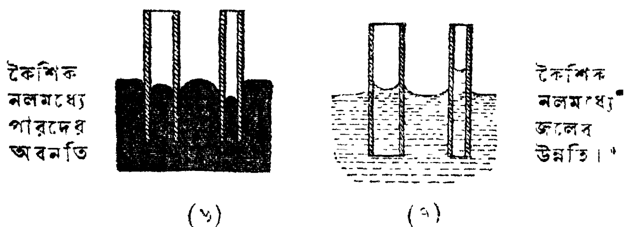
৩। তরল পদার্থের সাম্যভাব।—তরল পদার্থের অণুসমষ্টি অনায়াসে ইতস্ততঃ সঞ্চালিত হইতে পারে, এজন্য সাম্যাবস্থায় উহার উপরিভাগ বা পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র এক সমান থাকে, কঠিন পদার্থের উপরিভাগের ন্যায় কখন উচু নীচু হয় না। কোনও পাত্রে জল রাখিয়া তাহার উপরে ওলনদড়ি বা লম্বসূত্র ঝুলাইলে, সেই ওলনদড়ি সেই তরল পদার্থের উপরে ঠিক লম্বভাবে অবস্থিতি করে। কোনও পাত্রে কিঞ্চিৎ পারদ রাখিয়া তাহার উপরিভাগে ওলনদড়ি ঝুলাইলে, সেই ওলনদড়ি ও তাহার ছায়া সমসূত্রে একটি রেখার ন্যায় প্রতীয়মান হয়। পারদের পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র এক সমান না থাকিলে, ওলনদড়ি ও তাহার ছায়া সমসূত্রে না থাকিয়া, দুইটি স্বতন্ত্র রেখা দুই দিক্ হইতে আসিয়া পারদের পৃষ্ঠদেশে বা উপরিভাগে সম্মিলিত হইয়াছে, এই রূপ প্রতীয়মান হইত। সরল, বক্র প্রভৃতি নানাবিধ আকৃতি প্রাপ্ত কয়েকটি কাচের চোঙ একটি নল দ্বারা সংযুক্ত থাকিলে, এবং ঐ নল দিয়া সকল চোঙে জল যাইতে পারিলে, উহার যে কোনটিতে জল ঢালিলে

সেই জল এক সময়ে সকল চোঙের সমান স্থির হইয়া থাকে। তরল পদার্থের এই গুণ না থাকিলে, সেই জল কখনই সকল চোঙের সমান ঊর্দ্ধে উঠিতে পারিত না। জলের এই গুণ থাকা হেতু নল দ্বারা দ্বিতল গৃহাদিতে পর্য্যন্ত জল লওয়া হইয়া থাকে।


(৫)

৪। কৈশিকতা।—অবস্থাবিশেষে, "তরলপদার্থের পৃষ্ঠদেশ বা উপরিভাগ সর্ব্বত্র এক সমান থাকে কখন উচু নীচু হয় না" এ নিয়মের ব্যভিচার দৃষ্ট হয়। একটি জল-পাত্রের উপরে এক খানি বাতাসা কিংবা এক তাল চিনি জলসংলগ্ন করিয়া রাখিলে, অচিরে সেই বাতাসা খানি কিংবা চিনির তালটি জলে আর্দ্র হইয়া যায়। এই প্রকার আবার এক টুকরা ব্লটিং বা চুষী কাগজ কিংবা একগাছি সলিতা বাহিয়া জলের প্রবাহ উপরে উঠিয়া থাকে। কেশ সদৃশ অতি সূক্ষ্ম ছিদ্র সম্পন্ন একটি কাচের নলের উভয় মুখ অনাবৃত রাখিয়া তাহার কিয়-দংশ লম্বভাবে জলমগ্ন করিয়া রাখিলে, উহার অভ্যন্তরে ও পার্শ্বদেশে জল কিঞ্চিৎ উন্নত হইয়া স্তূপাকার ধারণ করে। কিন্তু ঐ প্রকার কাচের নলের কিয়দংশ যদি পারদে নিমগ্ন করা যায়, তাহা হইলে ঐ নলের অভ্য-ন্তরে ও ঠিক পার্শ্বদেশে পারদ কিঞ্চিৎ অবনত হইয়া ন্যুব্জাকার ধারণ করে। নলের ছিদ্র যত সূক্ষ্ম হইবে, উহার অভ্যন্তরে ও পার্শ্বদেশে তত অধিক পরিমাণে জলের উন্নতি ও পারদের অবনতি দৃষ্ট হইবে। কেশসদৃশ সূক্ষ্ম ছিদ্র বিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল বলে; এবং

কৈশিক নলে তরল পদার্থের উন্নতি বা অবনতি লক্ষিত হয়, এজন্য এ ব্যাপারটিকে কৈশিকতা, এবং যে কারণে এ ব্যাপারটি সংঘটিত হয় তাহাকে কৈশিকাকর্ষণ কহে। কৈশিক আকর্ষণ, আণবিক আকর্ষণের প্রকারভেদ মাত্র।



(৬) (৭)

৫। অন্তর্ব্বাহ ও বহির্ব্বাহ।—যদি কোনও তরল-পদার্থপূর্ণ পাত্রের এক মুখ, অতি পাতলা চর্ম্ম বা রবরের পাত দ্বারা আবৃত করিয়া অন্য আর এক প্রকার তরলপদার্থপূর্ণ পাত্রে নিমজ্জিত হয়, এবং সেই দ্বিবিধ তরলপদার্থ দ্বারাই যদি ঐ আবরণ সিক্ত হয়, তবে পূর্ব্বোক্ত পাত্রস্থ কিয়ৎপরিমিত তরল পদার্থ প্রবাহিত হইয়া শেষোক্ত পাত্রে যায়, এবং শেষোক্ত পাত্রস্থ কিয়ৎ-পরিমিত তরল পদার্থ প্রবাহিত হইয়া পূর্ব্বোক্ত পাত্রে প্রবেশ করে। যে পাত্রে যত অধিক ঘন তরল পদার্থ থাকে, তাহা হইতে তত কম পরিমিত পদার্থ অন্য পাত্রে প্রবেশ করে, এবং যে পাত্রে যত পাতলা তরল পদার্থ থাকে, তাহা হইতে তত অধিক পরিমিত পদার্থ অন্য-পাত্রে প্রবেশ করে। ঘন তরল পদার্থের দিকে পাতলা তরল পদার্থের যে প্রবাহ হয়, তাহাকে অন্তর্ব্বাহ এবং পাতলা তরল পদার্থের দিকে, ঘন তরল পদার্থের যে প্রবাহ হয়, তাহাকে বহির্ব্বাহ কহে। এই প্রাকৃতিক ব্যাপারটির সহিত কৈশিকতার নিকট সম্বন্ধ। ইহার

প্রভাবেই উদ্ভিদ্ পদার্থ নিচয় পৃথিবী হইতে রস আকর্ষণ করিয়া বৃদ্ধি পায়, এবং শোণিতাদি প্রাণিশরীরের সর্ব্বত্র সঞ্চালিত হইয়া জীবন রক্ষা করে।

৬। **তরলপদার্থের চাপ।**—জলাদি তরল পদার্থ দ্বারা কোনও পাত্র পরিপুরিত হইলে, সেই পাত্রের অধঃ, ঊর্দ্ধ, পার্শ্ব প্রভৃতি সর্ব্বদেশই উহার দ্বারা নিপীড়িত বা চাপ প্রাপ্ত হয়*। তরলপদার্থের চাপ উহার গভী-

---

*তরল পদার্থের অধোদিকের চাপকে অধঃচাপ, ঊর্দ্ধদিকের চাপকে ঊর্দ্ধচাপ, এবং পার্শ্বদেশের চাপকে পার্শ্বচাপ কহে। একটি কলসি জলে পূর্ণ করিয়া উহার ঊর্দ্ধ, মধ্য এবং অধঃ এই তিন প্রদেশে তিনটি সমপরিসর ছিদ্র করিয়া এক এক বার উহার এক একটি দিয়া জলনির্গম হইতে দিলে, দেখা যায় যে, অধো-দেশের ছিদ্র দিয়া সর্ব্বাপেক্ষা অধিক বেগে, এবং ঊর্দ্ধ দেশের ছিদ্র দিয়া সর্ব্বাপেক্ষা কমবেগে জল নিঃসরণ হইতে থাকে। অধোদেশের চাপ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক না হইলে, এ দেশ দিয়া কখনই সর্ব্বাপেক্ষা সমধিকবেগে জল নিঃসরণ হইতে পারিত না। কলসিটির পার্শ্বদেশ সকলও জলের চাপ প্রাপ্ত হয় বলিয়া উহার পার্শ্বদেশের ছিদ্র সকল দিয়াও জল নির্গম হইতে থাকে।

তরলপদার্থের ঊর্দ্ধদিকের চাপ কিরূপ তাহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা সুন্দর রূপে বুঝিতে পারা যায়। দুই মুখ খোলা একটি দীর্ঘাকার কাচের চোঙের এক মুখ একখানি কাচের চাকতি দিয়া বন্ধ কর। সেই কাচের চাকতি খুলিয়া না পড়ে এজন্য উহার সঙ্গে এক গাছি সূত্র সংবদ্ধ করিয়া ঐ সূত্রগাছি ঐ চোঙের ভিতর গলাইয়া দিয়া টানিয়া ধর। অন-ন্তর এ অবস্থায় ঐ কাচের চোঙটিকে জলমধ্যে নিমজ্জিত করিলে, অধোদেশের মুখ চাকতি দ্বারা আবৃত থাকায় চোঙের ভিতরে জল উঠিতে পারে না। কিয়দ্দূর জলমধ্যে প্রবিষ্ট হওয়ার পরে সূত্র ছাড়িয়া দিলেও কাচের চাকতি চোঙের মুখ হইতে খসিয়া পড়ে না; জলের ঊর্দ্ধদিকের

রতা * ও ঘনত্ব সাপেক্ষ। পাত্রের আকৃতি কিংবা তরল পদার্থের পরিমাণের সহিত ঐ চাপের কোনও সম্বন্ধ

চাপ প্রভাবে উহা চোঙের মুখে সংরক্ষিত হয়। কিন্তু এ অবস্থায় যদি চোঙের অপর মুখ দিয়া উহার ভিতরে জল দেওয়া যায়, তাহা হইলে চোঙের ভিতরকার জল বাহিরের জলের সমপৃষ্ঠ না হওয়া পর্য্যন্ত ঐ চাকতি চোঙের মুখে সংলগ্ন থাকে; কিন্তু চোঙের অভ্যন্তরস্থ জল পাত্রের জলের সমপৃষ্ঠ হওয়ামাত্র চাকতিখানি খসিয়া পড়ে। ইহার কারণ এই যে, চোঙের ভিতরকার জল চাকতিকে অধোদিকে চাপে, কিন্তু চোঙের বাহিরের অর্থাৎ পাত্রস্থ জল ঐ চাকতিকে ঊর্দ্ধদিকে চাপে। যতক্ষণ অধঃচাপ ঊর্দ্ধচাপের সমান না হয়, ততক্ষণ ঊর্দ্ধচাপের প্রবলতা হেতু চাকতি খানি চোঙের মুখে সংলগ্ন থাকে; কিন্তু চোঙের ভিতরকার জল পাত্রস্থ জলের সমপৃষ্ঠ হইবামাত্র, অধঃচাপ ঊর্দ্ধচাপের সমান হয়, সুতরাং চাকতি আর চোঙের মুখে সংলগ্ন না থাকিয়া মাধ্যাকর্ষণ প্রভাবে পাত্রস্থজলমধ্যে নিমগ্ন হয়। জলাদি তরলপদার্থের এই ঊর্দ্ধচাপ থাকা প্রযুক্ত অনেক প্রকার পদার্থ জলাদিতে পতিত হইলে নিমগ্ন না হইয়া উহাতে ভাসিতে থাকে। নৌকাদির তলদেশে ছিদ্র হইলে, সেই ছিদ্র দিয়া যে নৌকামধ্যে প্রবল বেগে জল উঠিতে থাকে, জলের ঊর্দ্ধচাপই তাহার কারণ।

গভীরতা অনুসারে যে জলের চাপের পরিমাণ বৃদ্ধি পায় নৌকাপথে গমন কালে তাহা সুন্দর রূপে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে। তিন পোয়া পরিমিত একটি বোতলের তিন ভাগ জলে পূর্ণ করণান্তর উহার মুখ ছিপি দ্বারা বন্ধ করিয়া এবং উহার গলায় একগাছি দীর্ঘরজ্জু বাঁধিয়া সেই রজ্জুর এক প্রান্ত ধরিয়া বোতলটিকে নদীজলে নিমগ্ন করিয়া ক্ষণকাল পরে তুলিলে দেখা যায় যে, ছিপিটি বোতল মধ্যে প্রবিষ্ট এবং বোতলটি নদীজলে পূর্ণ হইয়াছে। গভীরতা অনুসারে জলের চাপের পরিমাণ বৃদ্ধি না পাইলে ছিপিটি কখনই বোতলের মধ্যে ঢুকিতে পারিত না।

নাই। সমান উচ্চ এবং তলদেশ এক সমান বিস্তৃত, কিন্তু ভিন্ন ভিন্ন আকার প্রাপ্ত কতিপয় পাত্র জলপূর্ণ হইলে, উহাদের তলদেশ সকল এক সমান চাপ প্রাপ্ত হয়, এবং এ চাপ ঐ তলদেশের উপরে লম্বভাবে অবস্থিত ও পাত্রের সম উচ্চ জলরাশির ভারের সমান হয়।

৭। ভাসমানতা।—জলাদি তরল পদার্থ মধ্যে কোনও কঠিন দ্রব্য নিমজ্জিত হইলে, তদ্দ্বারা উহার সম আয়তন জলাদি স্থানান্তরিত হয়, এবং সেই দ্রব্যের অধঃ, ঊর্দ্ধ, পার্শ্ব প্রভৃতি সর্ব্বদেশই জলাদি তরল পদার্থের চাপ পাইতে থাকে। এই সকল চাপের সংঘাত চাপ সেই পদার্থকে উদ্ভাসিত করিয়া রাখিতে চাহে; সুতরাং সেই দ্রব্যের ভার পূর্ব্বোক্ত সংঘাত চাপের সমান হইলে, উহা সেই জলাদি তরল পদার্থ মধ্যে ভাসমান থাকে, তদপেক্ষা অধিক হইলে, উহার মধ্যে নিমগ্ন হইয়া যায়, এবং অল্প হইলে, উহার উপরিভাগে ভাসিয়া উঠে। তরল পদার্থের যে গুণ থাকায় তন্মধ্যে নিপতিত যাবতীয় পদার্থ সহজে নিমগ্ন হইতে পারে না, তাহাকে উহার ভাসমানতা কহে। বলা বাহুল্য যে এই গুণটি তরল পদার্থের চাপমূলক।

৮। আর্কিমিডিসের নিয়ম*।—পরীক্ষা করিয়া দেখা গিয়াছে যে, জলাদিতে নিমজ্জিত কোনও দ্রব্য যে সংঘাত চাপ প্রভাবে সমুদ্ভাসিত থাকে, তাহার বল, সেই নিমজ্জিত দ্রব্য দ্বারা স্থানান্তরিত জলাদি তরল পদার্থের ভারের সমান হয়; সুতরাং "জলাদিতে কোনও দ্রব্য নিমজ্জিত হইলে, জলাদি মধ্যে উহার ভার যে পরিমাণে কম পড়ে, তাহা, উহা দ্বারা স্থানান্তরিত জলাদির

* সাইরাকিউস নিবাসী প্রসিদ্ধ পণ্ডিত আর্কিমিডিস সর্ব্ব-

ভারের সমান।* মনে কর বায়ুমধ্যে ওজন করিলে কোনও দ্রব্যের পরিমাণ ১,০০০ রতি হইল। এই দ্রব্যটিকে জলমধ্যে রাখিয়া ওজন করিলে উহার ভারের পরিমাণ যদি ৭৪৮ রতির অধিক না হয়, তবে জলমধ্যে প্রবেশকালে উহা দ্বারা যে পরিমিত জল স্থানান্তরিত হইয়াছিল তাহার পরিমাণ ২৫২ রতি মাত্র হইবে। একটি জলপূর্ণ কলসি অনায়াসে জলমধ্যে ইতস্ততঃ সঞ্চালিত করিতে পারা যায়, কিন্তু জল হইতে তুলিয়া উহাকে পূর্ব্বোক্ত প্রকারে সঞ্চালিত করা তত সহজ নহে। অতএব জলমধ্যে দ্রব্য মাত্রেরই যে ভার কম পড়ে তাহা স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে।

৯। নিমজ্জিত ও ভাসমান দ্রব্যের সাম্যাবস্থা।—যে বস্তুর ভার উহার সম আয়তন জলাদির ভারের সমান, তাহা জলাদি তরল পদার্থের যে স্থলে স্থাপিত হয়, সেই স্থলেই স্থির হইয়া থাকে। যে বস্তু উহার সম আয়তন জলাদি অপেক্ষা গুরু, তাহা জলাদিতে নিমগ্ন হইয়া উহার তলদেশে অবতরণ করে, এবং যে বস্তু উহার সম আয়তন জলাদি অপেক্ষা লঘু, তাহা নিমজ্জিত হইলে, জলাদির উপরিভাগে ভাসিয়া উঠে। প্রস্তর, লৌহ ও অন্যান্য ধাতু, সম-আয়তন জল অপেক্ষা গুরু বলিয়া জলমধ্যে নিমগ্ন হয়; কিন্তু কাষ্ঠ, সোলা প্রভৃতি সম আয়তন জল অপেক্ষা লঘু, সুতরাং জলমধ্যে নিমজ্জিত হইলেও এ সকল পদার্থ ভাসিয়া উঠে। কাষ্ঠ যেমন জলে ভাসে, লৌহ তেমনি পারদে ভাসে, ইহার কারণ এই যে, কাষ্ঠ জল অপেক্ষা এবং

প্রথমে তরল পদার্থের এই ধর্ম্ম আবিষ্কার করেন বলিয়া ইহা আর্কিমিডিসের নিয়ম নামে খ্যাত হইয়াছে।

লৌহ পারদ অপেক্ষা লঘু। ডিম্ব বিশুদ্ধ জলে নিমগ্ন হয় কিন্তু লবণাক্ত জলে ভাসিতে থাকে। লবণাক্ত জল বিশুদ্ধ জল অপেক্ষা এত ভারি, যে সমুদ্রজলে মনুষ্যের নিমগ্ন হওয়া কখন সম্ভবপর নহে। জল অপেক্ষা গুরুদ্রব্য মাত্রই জলে নিমগ্ন হয় বটে, কিন্তু নির্ম্মাণকৌশল-প্রভাবে উহাদিগকেও জলে ভাসান যাইতে পারে। লৌহ জলে নিমগ্ন হয়, কিন্তু লৌহনির্ম্মিত তরি জলে ভাসিতে থাকে। ইহার কারণ এই যে, সেই তরির জল-নিমগ্ন অংশ দ্বারা যে জলরাশি স্থানান্তরিত হয়, তাহার ভার সমগ্র তরির ভারের সমান।

১০। **আপেক্ষিক গুরুত্ব।**—জলের ভাসমানতা গুণ অবলম্বনে যাবতীয় কঠিন ও তরলপদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নিরূপিত হয়। মনে কর, এক খণ্ড স্বর্ণ বায়ুমধ্যে ওজন করিলে ১৯ ভরি ভারি হয়। সেই স্বর্ণখণ্ডকে জলমধ্যে ওজন করিলে ১৮ ভরি ভারি হয়, অর্থাৎ উহার ভার এক ভরি কম পড়ে। সুতরাং ঐ স্বর্ণখণ্ড উহার সম-আয়তন যে জলরাশি স্থানান্তরিত করিয়াছিল, তাহা ১ ভরি ভারি। অতএব স্বর্ণ উহার সম-আয়তন জল অপেক্ষা ১৯ গুণ ভারি। সম-আয়তন বিশুদ্ধ জলের ভারের সহিত তুলনা করিয়া পদার্থ সকলের যে ভার নির্ণীত হয়, তাহাকে উহাদের আপেক্ষিক ভার বা গুরুত্ব কহে। সুতরাং স্বর্ণের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৯। এইরূপে দেখিতে পাওয়া যায় যে, রৌপ্য উহার সম-আয়তন জল অপেক্ষা ১০.৫ গুণ, তাম্র ৮.৯৬গুণ, এবং লৌহ ৭.৮ গুণ ভারি; সুতরাং রৌপ্যের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১০.৫, তাম্রের ৮.৯৬, এবং লৌহের, ৭.৮। অতএব কোনও কঠিন পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় করিতে হইলে, সেই পদার্থের ভারকে

জলমগ্ন অবস্থায় যে পরিমাণ উহার ভার কম পড়ে, তদ্দ্বারা ভাগ করিতে হয়। এই ভাগফল যাহা হয়, তাহাই সেই পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব। কোনও তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় করিতে হইলে, কোনও কঠিন পদার্থকে একবার জলমধ্যে, এবং অন্যবার ঐ তরল পদার্থ মধ্যে ওজন করিতে হয়। জলমধ্যে ওজন করিলে উহার ভার যে পরিমাণ কম পড়ে, তাহাই উহার সম-আয়তন জলের ভারের সমান; এবং ঐ তরল পদার্থ মধ্যে ওজন করিলে, উহার ভার যে পরিমাণ কম পড়ে, তাহাই উহার সম-আয়তন সেই তরল পদার্থের ভার। এই রূপে সম-আয়তন জল ও তরল পদার্থের ভার জানা যায়; সুতরাং ঐ তরল পদার্থের ভারকে উহার সম-আয়তন জলের ভার দ্বারা ভাগ করিলে, ভাগফল যাহা হয়, তাহাই সেই তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব।

তৃতীয় অধ্যায়।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

বায়বীয় পদার্থ।

১। **বায়বীয় পদার্থের প্রকৃতি ও নৈমিত্তিক গুণ।**—তরলপদার্থের সহিত বায়বীয় পদার্থের অনেক সৌসাদৃশ্য আছে। এতদুভয়ের মধ্যে বৈষম্যও বিলক্ষণ দৃষ্ট হয়। সংহতি নামক আণবিক আকর্ষণের অস্তিত্ব তরলপদার্থমধ্যে কিয়ৎ পরিমাণে অনুভূত হয়, বায়বীয় পদার্থমধ্যে উহার লেশমাত্রও লক্ষিত হয় না, পরন্তু আণবিক বিপ্রকর্ষণের আধিক্য হেতু, বায়বীয় পদার্থের অণুসমষ্টি ক্রমাগত সঞ্চালিত হইতে হইতে অধিকতর স্থান অধিকার করিতে থাকে, সুতরাং প্রবহমাণতা গুণটি বায়বীয় পদার্থে সবিশেষ লক্ষিত হয়। অন্যান্য পদার্থের ন্যায় বায়বীয় পদার্থ সকলেরও ভার আছে। ইহাদের ভারও তরল বস্তুর ভারের ন্যায় গভীরতা ও ঘনত্ব সাপেক্ষ। তরলপদার্থের ন্যায় বায়বীয় পদার্থেরও কোনও অংশে চাপ প্রযুক্ত হইলে, সেই চাপ সেই পদার্থের সকল দিকে সমভাবে সঞ্চালিত হয়; এবং যে ভাসমানতা গুণটি তরল পদার্থে বহুল পরিমাণে পরিদৃষ্ট হয়, তাহা কিয়ৎ পরিমাণে বায়বীয় পদার্থেও দেখিতে পাওয়া যায়। এজন্য কোনও পদার্থকে বায়ুমধ্যে ওজন করিলে তাহার যে পরিমাণ ভার পাওয়া যায়, তাহাতে তাহার সম-আয়তন বায়ুর ভার যোগ না করিলে সেই পদার্থের প্রকৃত ভার নির্ণীত হয় না। এক মণ তূলার

আয়তন এক মণ লৌহের আয়তন অপেক্ষা অনেক অধিক, সুতরাং বায়ুমধ্যে ওজন করিলে যে পরিমিত তুলার ভার এক মণ লৌহের ভারের সমান হইয়া থাকে, নির্ব্বাত স্থলে সেই পরিমিত তুলার ভার তদপেক্ষা অধিক হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে, এক মণ তুলা ও এক মণ লৌহ বস্তুতঃ সমান ভারি নহে। চাপ প্রভাবে বায়বীয় পদার্থমাত্রকে বহুল পরিমাণে সঙ্কুচিত করিতে পারা যায়, এবং ঐ চাপ অপসৃত হইবামাত্র ঐ পদার্থ ক্রমে অধিকতর স্থান পরিব্যাপ্ত করিতে থাকে, এজন্য স্থিতি-স্থাপকত্ব গুণ বায়বীয় পদার্থ সমূহে যে বহুল পরিমাণে বিদ্যমান আছে, তাহাতে কোনও সংশয় নাই।

২। বায়ু ও বাষ্প।—বায়ু ও বাষ্প ভেদে বায়বীয় পদার্থ সকল দ্বিবিধ। বায়বীয় আকার পরিগ্রহ করিয়া থাকা যে সকল দ্রব্যের স্বাভাবিক অবস্থা অর্থাৎ যাহাদের তরল বা কঠিন ভাবাপন্ন অবস্থা আমরা সাধারণতঃ দেখিতে পাই না, অথবা ঐ ঐ অবস্থাতে যে সকল পদার্থকে অনায়াসে পরিবর্ত্তিত করিতে পারা যায় না, তাহাদিগকেই বায়ু কহে; যথা, অম্লজনক, জলজনক, আঙ্গারিক অম্ল প্রভৃতি। আর যে সকল পদার্থ স্বভাবতঃ কঠিন বা তরলভাবাপন্ন হইয়া থাকে, পরে তাপের আধিক্য হেতু বায়বীয় আকারে পরিবর্ত্তিত হয়, তাহাদিগকেই বাষ্প বলে। তাপপ্রভাবে জল যে অদৃশ্য বায়বীয় আকার ধারণ করে উহাকে জলীয় বাষ্প কহে। বায়ু, বায়বীয় পদার্থের দৃষ্টান্ত স্থল, সুতরাং বায়ুর বিশেষ ধর্ম্ম সম্বন্ধে যাহা বলা গেল, তাহা সকল প্রকার বায়বীয় পদার্থতেই তুল্য রূপে প্রযুজ্য।

৩। **বায়ুমণ্ডল (The Atmosphere)।**—আমাদের প্রকাণ্ড ভূখণ্ড যে বিশাল বায়ুরাশি কর্ত্তৃক পরি-

বেষ্টিত রহিয়াছে তাহাকে বায়ুমণ্ডল কহে। এই বায়ুরাশি সতত পৃথিবীর সঙ্গে সঙ্গে ঘুরিতেছে এবং প্রতিবর্ষে একবার করিয়া সূর্য্যমণ্ডল প্রদক্ষিণ করিয়া আসিতেছে *। অম্লজনক ও যবক্ষারজনক নামক দুইটি পদার্থই আমাদের বায়ুর প্রধান উপাদান। আঙ্গারিক অম্ল, আমোনিয়া, জলীয় বাষ্প প্রভৃতিও ইহাতে কিয়ৎ পরিমাণে বিদ্যমান আছে। ভূপৃষ্ঠ হইতে ইহার বিস্তৃতি সম্ভবতঃ ২১২ মাইলের অধিক নহে, কিন্তু ৫০ মাইল পর্য্যন্ত ইহার বিস্তৃতি বিলক্ষণ উপলব্ধ হয়। ভূপৃষ্ঠ হইতে যত ঊর্দ্ধে উঠা যায়, বায়ুর ঘনত্ব ততই হ্রাস হইয়া আইসে, এবং ঊর্দ্ধ হইতে ভূপৃষ্ঠ যত নিকট হইতে থাকে, উহার ঘনত্বও তত বাড়িতে থাকে। এই বায়ুমণ্ডলই মেঘ, বিদ্যুৎ, বৃষ্টি, শিলাদির আধার। বায়ু দ্বারাই সকল প্রকার শব্দ আমাদের শ্রবণগোচর হয়, এজন্য ইহার নাম শব্দবহ হইয়াছে; এবং বায়ু না থাকিলে, জগতে উদ্ভিদ্ পদার্থ ও প্রাণিপুঞ্জ থাকিতে পারিত না বলিয়া উহার জগৎপ্রাণ নাম চিরপ্রসিদ্ধ রহিয়াছে।

৪। **বায়ুর ভার বা চাপ।**—বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র দ্বারা কোনও পাত্রের অভ্যন্তরস্থ বায়ু নিষ্কাশিত করিয়া ঐ পাত্রটিকে ওজন করিলে, বায়ুপূর্ণ অবস্থা অপেক্ষা উহার ভারের লাঘব দৃষ্ট হয়, সুতরাং বায়ুর যে ভার আছে

---

* এস্থলে কেহ কেহ জিজ্ঞাসা করিতে পারেন যে, অতি-প্রসারণত্ব গুণ হেতু বিশাল বায়ুরাশি পৃথিবীপৃষ্ঠ, পরিত্যাগ করিয়া অনন্ত আকাশের এক প্রান্তে যাইতেছে না কেন? তাহার কারণ এই যে, আমাদের পৃথিবী বায়ুরাশির মধ্যদেশে অবস্থিত হওয়ায় মাধ্যাকর্ষণপ্রভাবে সমগ্র বায়ুরাশি পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখে আকৃষ্ট হইতেছে, সুতরাং ভূপৃষ্ঠ ছাড়িয়া যাইতে পারিতেছে না।

তাহা অবশ্যই স্বীকার করিতে হইবে। পৃথিবী বায়ুরাশি কর্ত্তৃক সর্ব্বতোভাবে পরিবেষ্টিত রহিয়াছে, সুতরাং ভূপৃষ্ঠ সততই সমগ্র বায়ুরাশি দ্বারা নিপীড়িত বা চাপ প্রাপ্ত হইতেছে। পণ্ডিতেরা স্থির করিয়াছেন যে, পৃথিবীর ও তদুপরিস্থ সমস্ত বস্তুর প্রত্যেক্ বর্গ ইঞ্চি প্রায় ১৫ পাউণ্ড বা (৵৭॥) সাড়ে সাত সের পরিমিত চাপ পাইতেছে। অতএব সমগ্র পৃথিবী ও তদুপরিস্থ যাবতীয় পদার্থ যে কি প্রভূত বলে নিপীড়িত হইতেছে, তাহা সহজেই বুঝা যাইতে পারে। আমরা এই বায়ুরূপ সাগরে নিমজ্জিত রহিয়াছি। আমাদের শরীরের প্রত্যেক বর্গ ইঞ্চি সতত প্রায় ৵৭॥ সাড়ে সাত সের, এবং সমস্ত শরীর প্রায় ৪৩২ * মণ ভার বহন করিতেছে। এসত্ত্বেও আমরা বায়ুর ভার কিঞ্চিন্মাত্রও অনুভব করিতে পারি না কেন? ইহার কারণ এই যে, তরল বস্তুর ন্যায় বায়বীয় বস্তু সকলও সকল দিকে সমভাবে চাপ সঞ্চালন করে; এজন্য আমাদের শরীরের প্রত্যেক বর্গ ইঞ্চিই অধঃ, ঊর্দ্ধ, পার্শ্ব প্রভৃতি সকল দিক্ হইতেই এই ৵৭॥ সের পরিমিত চাপ প্রাপ্ত হইতেছে, এজন্য বায়বীয় চাপের ক্রিয়া কিঞ্চিন্মাত্রও আমাদের অনুভূত হইতেছে না। এস্থলে ইহাও মনে হইতে পারে যে, শরীরের প্রত্যেক বর্গ ইঞ্চিই যখন সকল দিক্ হইতে একেবারে এত প্রবল চাপ পাইতেছে, তখন আমাদের শরীর ঐ চাপ ভরে একবারে নিষ্পেশিত হইয়া যায় না কেন?

---

* সাধারণতঃ পূর্ণবয়স্ক ব্যক্তির শরীরের পরিধি প্রায় ১৬ বর্গ ফুট, সুতরাং সমস্ত শরীর ১২ × ১২ × ১৬ × ৭$\frac{১}{২}$ সের বা $\frac{১২ \times ১২ \times ১৬ \times ১৫}{২ \times ৪০}$ মণ = ৪৩২ মণ ভার বহন করে।

ইহার প্রত্যুত্তরে এই মাত্র বক্তব্য যে, শরীরাভ্যন্তরস্থ কঠিন অংশ সমূহ বিলক্ষণ চাপ সহিতে পারে ; তরল পদার্থ সকল যে চাপ প্রভাবে প্রকারান্তরে একেবারে সঙ্কুচিত হয় না, তাহা পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে (৪৩পৃ) ; এবং বায়বীয় পদার্থ সকলও স্থিতিস্থাপকগুণসম্পন্ন হওয়ায় অনায়াসে বায়ুর নিপীড়ন সহ্য করিতে পারে।

৫। **বায়ুর ভার নিরূপণ।**—পূর্ব্বকালে পণ্ডিত-মণ্ডলীর মধ্যে বায়ুর ভার আছে এরূপ সংস্কার ছিল না। ইতালি নিবাসী সুবিখ্যাত গালিলিয়ের শিষ্য তারিসেলি ১৬৪৩ খৃষ্টাব্দে সর্ব্বপ্রথমে পরীক্ষাসিদ্ধ প্রমাণ দ্বারা বায়ুর ভারের অস্তিত্ব প্রতিপন্ন করেন। সকলেই অবগত আছেন যে, পিচ্‌কিরীর মুখ জলমধ্যে নিমগ্ন করিয়া উহার অর্গলটি উপরের দিকে টানিলে পিচ্‌কিরীর অভ্যন্তরে জল উঠে। কিন্তু এরূপ করিলে কেন জল উঠে, হয়ত অনেকে এখনও তাহা অবগত নহেন। গালিলিয়ের পূর্ব্ববর্ত্তী পণ্ডিতেরাও এ ব্যাপারটি অবগত ছিলেন, এবং তাঁহারা মনে করিতেন যে পিচ্‌কিরী বা তৎসদৃশ কোনও জলোত্তোলন যন্ত্র দ্বারা যথেচ্ছদূর ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত জল তোলা যাইতে পারে। কিন্তু এই প্রাকৃতিক ব্যাপারের প্রকৃত কারণ অবগত না থাকায়, তাঁহারা বলিতেন, "প্রকৃতি কোনও স্থান পদার্থশূন্য রাখিতে চায় না," বলিয়া পিচ্‌কি-রীর বা জলোত্তোলন যন্ত্রের অর্গল উত্তোলন কালে যেমন সেই নলের অভ্যন্তরস্থ বায়ু নিরাকৃত হইতে থাকে, তেমনি নলমধ্যে জল উঠিয়া সেই শূন্যস্থল পূরণ করে। গালিলিয়ের জীবদ্দশায় ফ্লোরিন্‌স নগরে একটি সুদীর্ঘ-কূপ খনন কালে, দেখা গেল, যে জলোত্তোলন যন্ত্রের নলমধ্যে কিছুতেই ৩২ ফুটের ঊর্দ্ধে জল উঠে না। গালিলিয়কে এ বিষয়ের কারণ জিজ্ঞাসা করায় তিনি

ব্যঙ্গব্যঞ্জক স্বরে বলিলেন, "৩২ ফুটের ঊর্দ্ধে শূন্য স্থান রাখিতে প্রকৃতির আর কোনও আপত্তি নাই।" তাঁহার জীবনান্তে তদীয় প্রিয় শিষ্য তারিসেলি এই প্রশ্নের প্রকৃত উত্তর প্রদান করেন। তিনি ভাবিলেন, হয় ত বায়ুর ভার আছে; এবং এই ভার নিবন্ধন কূপস্থ জলের উপরিভাগে বায়ুর যে চাপ পড়ে, সেই চাপ, অধঃ, ঊর্দ্ধ, সকল দিকেই সমভাবে সঞ্চালিত হয়, এজন্য যন্ত্রের নলমধ্যস্থ বায়ু নিরাকৃত হইলে, সেই ঊর্দ্ধ চাপ প্রভাবে নলের অভ্যন্তরে জল উঠিতে থাকে, এবং যখন ৩২ ফুটের ঊর্দ্ধে আর জল উঠে না, তখন সম্ভবতঃ বায়ুর ভার ঐ ৩২ ফুট দীর্ঘ জলরাশির ভারের সমান হইবে। তিনি আরও ভাবিলেন, যদি বায়ুর চাপ প্রযুক্তই নির্ব্বাত নলমধ্যে ৩২ ফুট ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত জল উঠে, তবে জল অপেক্ষা ভারি কোনও তরল পদার্থ কখনও ঐ ৩২ ফুট ঊর্দ্ধ পর্য্যন্তও উঠিতে পারিবে না। পারদ জল অপেক্ষা ১৩.৫ গুণ ভারি, সুতরাং পারদ ঐ প্রকার নলমধ্যে কখনও $\frac{৩২ \times ১২}{১৩.৫}$ ইঞ্চি=প্রায় ৩০ ইঞ্চির ঊর্দ্ধে উঠিতে পারিবে না। মনে মনে এই রূপ আন্দোলন করিয়া তিনি এক গজ দীর্ঘ ও এক মুখ বন্ধ একটি কাচের নল লইয়া উহা পারদে পূর্ণ করিলেন, এবং উহার খোলা মুখটি বৃদ্ধাঙ্গুলি দ্বারা বন্ধ করিয়া নলটি উল্টাইয়া পারদ-পূর্ণ একটি পাত্রে স্থাপন করিয়া অঙ্গুলি অপসৃত করিবা-মাত্র দেখিলেন, নলের অভ্যন্তরস্থ পারদ ৬ ইঞ্চি মাত্র নামিয়া পাত্রস্থ পারদের উপরিভাগ হইতে ৩০ ইঞ্চি পর্য্যন্ত নলের অভ্যন্তরে স্থির হইয়া রহিল। বায়ুর চাপ বশতঃই যে জলোত্তোলন যন্ত্রের নলমধ্যে ৩২ ফুট ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত জল, এবং বায়ুনিরাকৃত নলমধ্যে ৩০ ইঞ্চি ঊর্দ্ধ

পর্য্যন্ত পারদ উঠে, তাহা তাঁহার বিলক্ষণ প্রতীতি জন্মিল *।

পাস্কালের পরীক্ষা।—তারিসেলির উল্লিখিত সিদ্ধান্ত সত্যমূলক কি না, ভিন্ন প্রকার পরীক্ষা দ্বারা তাহা নির্ণয় করিতে পাস্কাল নামক ফরাসীদেশীয় এক জন পণ্ডিত একান্ত অভিলাষী হয়েন। তিনি ভাবিলেন যে, বায়ুর ভার বা চাপ যখন উহার গভীরতা সাপেক্ষ, তখন ভূপৃষ্ঠ হইতে যত ঊর্দ্ধে উঠা যাইবে, উহার চাপ অবশ্যই তত কমিতে থাকিবে; এবং এই চাপ প্রভাবেই যদি পৃথিবীপৃষ্ঠে তারিসেলির কাচনলে ৩০ ইঞ্চি ঊর্দ্ধ পর্য্যন্ত পারদ থাকিতে পারে, তবে ভূপৃষ্ঠ হইতে যত ঊর্দ্ধে উঠা যাইবে, তারিসেলির কাচনলে পারদ তত নামিতে থাকিবে। এই রূপ যুক্তি স্থির করিয়া তিনি একটি বায়ুমান যন্ত্র লইয়া পাইদি-দোঁ নামক পর্ব্বতের শিখরে আরোহণ করেন। তিনি এই সময়ে দেখিতে পান, যে যত উপরে উঠিতেছেন, কাচনলে পারদ তত নামিতেছে। তখন আর তারিসেলির সিদ্ধান্তে তাঁহার তিলার্দ্ধও সংশয় রহিল না।

৭। বায়ুমান যন্ত্র।—যে যন্ত্র দ্বারা বায়ুর ভার বা চাপ নির্ণীত হয়, তাহাকে বায়ুমান বা বায়ুমাপক যন্ত্র কহে। তারিসেলির কাচনলই এই যন্ত্রের মূল। নলের অভ্যন্তরে পারদের উন্নতি বা অবনতি নির্ণয় হেতু সচরাচর উহার সহিত একটি মানদণ্ড সংবদ্ধ থাকে। এ যন্ত্র দ্বারা পর্ব্বতাদির উচ্চতা এবং বায়ুর অবস্থা

---

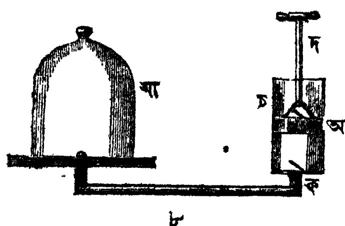
* ৩০ ঘন ইঞ্চি পারদের ভার প্রায় /৭॥ সাড়ে সাত সের, সুতরাং প্রত্যেক বর্গ ইঞ্চি স্থানই প্রায় এই /৭॥ সের পরিমিত ভার দ্বারা নিপীড়িত হইতেছে।

সম্যক প্রকারে পরিজ্ঞাত হওয়া যায়। অকস্মাৎ বায়ুমান যন্ত্রে পারদের বিশেষ অবনতি হইতে থাকিলে ঝড়ের আশঙ্কা করা যাইতে পারে।

৮। বয়েল ও মারিয়টের নিয়ম।—পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে, আকুঞ্চনত্ব ও প্রসারণত্ব, সুতরাং স্থিতিস্থাপকত্ব গুণ, বায়বীয় পদার্থমাত্রে বহুল পরিমাণে দৃষ্ট হয়। বয়েল ও মারিয়ট নামক দুই জন পণ্ডিত বিস্তর পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে, উষ্ণতানুষ্ণতার ইতর বিশেষ না হইলে, কোনও বায়বীয় বস্তুর উপরে যে পরিমাণ চাপ প্রযুক্ত হয়, উহার আয়তন সেই পরিমাণে হ্রাস হইয়া আইসে, এবং উহার উপরকার চাপ যে পরিমাণে অপসারিত হয়, উহার আয়তন সেই পরিমাণে বৃদ্ধি পায়, অর্থাৎ দ্বিগুণ চাপে আয়তন অর্দ্ধেক, এবং অর্দ্ধেক চাপে আয়তন দ্বিগুণ হয়। ইদানীন্তন পণ্ডিতেরা বলেন যে, পূর্ব্বোক্ত নিয়মটি সকল প্রকার বায়বীয় পদার্থে সমানরূপে প্রযুজ্য হয় না। আঙ্গারিক-অম্ল প্রভৃতি যে সকল বায়ুকে প্রবল চাপ প্রভাবে তরলভাবাপন্ন করিতে পারা যায়, তৎসম্বন্ধে এ নিয়মের বিলক্ষণ বৈলক্ষণ্য দৃষ্ট হয়। কিন্তু অম্লজনক প্রভৃতি যে সকল বায়ুকে এ পর্য্যন্ত তরলভাবাপন্ন করিতে পারা যায় নাই, তৎসম্বন্ধে এ নিয়মটি অনেক দূর পর্য্যন্ত ঠিক হয়।

৯। বায়ুর ভাসমানতা।—জলের ভাসমানতা গুণ থাকায়, জল অপেক্ষা লঘুদ্রব্য সকল যেমন জলমধ্যে নিমজ্জিত হইলেও উপরিভাগে ভাসিয়া উঠে, সেই রূপ বায়ুরও এই গুণ থাকায়, ধূম, বাষ্প প্রভৃতি বায়ু অপেক্ষা লঘু বায়বীয় পদার্থ, বায়ুমণ্ডলের উপরিভাগে উঠিতে থাকে। এবং এই কারণেই ব্যোমযান অধোদেশস্থ বায়ুরাশি ভেদ করিয়া ঊর্দ্ধে উঠে।

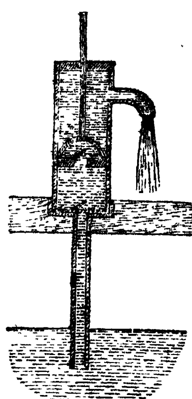
১০। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র।—যে যন্ত্র দ্বারা কোনও পাত্র হইতে বায়ু নিষ্কাশিত করিতে পারা যায়, তাহাকে বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্র কহে। মাগডিবার্গ নগরবাসী অটো-ভন-গারিক নামক এক ব্যক্তি ১৬৫০ খ্রীঃ এই যন্ত্র সর্ব্ব প্রথমে প্রস্তুত করেন। এ স্থলে একটি বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের প্রতিরূপ প্রকাশিত হইল।



একটি অর্গল (অ) অন্তর্নিবিষ্ট চোঙ (চ) ইহার মূল যন্ত্র। অর্গলটির পরিসর ঐ চোঙের অভ্যন্তরের পরিসরের সমান। অর্গলের সহিত একটি দণ্ড (দ) সংবদ্ধ থাকায় উহাকে অনায়াসে চোঙের উভয় প্রান্তে চালনা করিতে পারা যায়। কেবল ঊর্দ্ধদিকে উন্মুক্ত হইতে পারে, অর্গলটিতে আবার এমন একটি কবাট আছে। চোঙটি একটি নল দ্বারা একখানি মসৃণ ধাতু নির্ম্মিত আধার পাত্রের সহিত সংযুক্ত। চোঙ ও নলের সংযোগস্থলে একটি কবাট আছে। ঐ কবাটও অর্গলের কবাটের ন্যায় কেবলমাত্র ঊর্দ্ধদিকে উদ্ঘাটিত হইতে পারে। আধার-পাত্র ও নলের সংযোগ স্থলে, অর্থাৎ পাত্রের মধ্যভাগে, যে একটি ছিদ্র আছে উহা উন্মুক্ত থাকে। এই আধার-পাত্রের উপরে, যাহার বায়ু নিষ্কাশন করিতে হইবে, এমন মসৃণতলবিশিষ্ট একটি কাচের আবরণ (আ) রাখিতে হইবে। বাহিরের বায়ু যাহাতে ঐ আবরণ মধ্যে না যাইতে পারে, তজ্জন্য ঐ আবরণ ও আধার-পাত্রের সংযোগ প্রদেশে কিঞ্চিৎ পুরু করিয়া চর্বি বা মোমের প্রলেপ দেওয়া আবশ্যক।

মনে কর, অর্গলটি চোঙের নিম্নদেশে রহিয়াছে। উহাকে তুলিবামাত্র (ক) কবাটের ঊর্দ্ধদেশ বায়ুশূন্য হয়, সুতরাং উহার অধঃ ও ঊর্দ্ধ এই দুই দেশ হইতে চোঙের অভ্যন্তরে বায়ু প্রবেশ করিতে চেষ্টা করে; কিন্তু অর্গলস্থ কবাট নিম্নদিকে উদ্‌ঘাটিত হইতে পারে না, এজন্য উহার উপরিভাগস্থ বায়ু আসিয়া ঐ শূন্য স্থান অধিকার করিতে পারে না; কিন্তু চোঙের তলদেশস্থ কবাট (ক) খুলিয়া, আবরণ ও নলের মধ্যস্থ বায়ু চোঙের মধ্যে প্রবেশ করে। অর্গলটিকে নামাইবামাত্র (ক) কবাট বন্ধ হয় ও অর্গলস্থিত কবাট খুলিয়া যায়; সুতরাং চোঙের অভ্যন্তরস্থ বায়ু বাহির হইয়া যায়। এই রূপে অর্গলটিকে পুনঃ পুনঃ উঠাইলে ও নামাইলে, আবরণের অভ্যন্তরস্থ বায়ু ক্রমশঃ নিরাকৃত হইতে থাকে। পরিশেষে উহা এত লঘু ও পরিমাণে এত অল্প হইয়া আইসে যে, উহা দ্বারা আর (ক) কবাট উদ্‌ঘাটিত হয় না, সুতরাং আবরণ ও নলমধ্যে কিঞ্চিৎ বায়ু রহিয়া যায়। অতএব এ যন্ত্র দ্বারা কোনও পাত্রস্থ বায়ু কিছুতেই সর্ব্বতোভাবে নিরাকৃত হইতে পারে না।

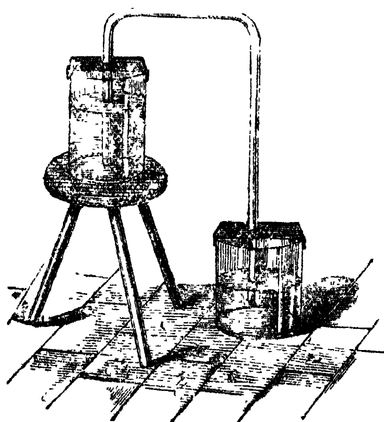
১১। **জলোত্তোলন যন্ত্র**।—যে যন্ত্র দ্বারা কোনও জলাশয়ের জল উপরে তুলিতে পারা যায়, তাহাকে জলোত্তোলন যন্ত্র কহে। এস্থলে একটি জলোত্তোলন যন্ত্রের প্রতিরূপ প্রকাশিত হইল। বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের সহিত ইহার বিশেষ সৌসাদৃশ্য আছে। ইহার কার্য্যপ্রণালীও প্রায় তদ্রূপ। এ যন্ত্রে, চোঙ ও নলের সংযোগ স্থলে, এবং অর্গলে, এই দুই দেশে যে দুইটি কবাট থাকে, তাহাও বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের ন্যায় কেবল ঊর্দ্ধদিকেই উদ্ঘাটিত হয়। যন্ত্রের নলটির কিয়দংশ কোনও জলাশয় মধ্যে নিমজ্জিত করিয়া, অর্গলটি চোঙের নিম্নদেশ হইতে টানিয়া তুলিলে, নলের অভ্যন্তরস্থ বায়ু, চোঙের নিম্নস্থ কবাট খুলিয়া, চোঙের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিতে থাকে। ঐ অর্গলটিকে যেমন আবার নামান যায়, চোঙের নিম্নস্থ কবাটটি বন্ধ হয়; কিন্তু অর্গলস্থ কবাট খুলিয়া যাওয়ায়, চোঙের অভ্যন্তরস্থ বায়ু নিরাকৃত হইতে থাকে। এইরূপে নলের অভ্যন্তরস্থ বায়ু যেমন নিরাকৃত হইতে থাকে, নলের অভ্যন্তরে তেমনি কিঞ্চিৎ কিঞ্চিৎ জল উঠিতে থাকে। অবশেষে নলের অভ্যন্তরস্থ সমস্ত বায়ু নিরাকৃত হইলে, নলটি জলে পূর্ণ হয়, এবং তদনন্তর চোঙের তলদেশস্থ কবাট খুলিয়া চোঙের অভ্যন্তরে প্রবেশ করে। অনন্তর চোঙের অভ্যন্তরে জল উঠিলে, অর্গলটি যেমন নামিতে থাকে, উহার কবাট উন্মুক্ত হইয়া গিয়া উহার উপরিভাগে জল উত্থিত হয়; এবং ঐ অর্গলটি যখন পুনর্ব্বার



৯

উঠিতে থাকে, উহার কবাট বন্ধ হইয়া যাওয়ায় জল নিম্নে যাইতে পারে না, সুতরাং পার্শ্বস্থ ফুকর দিয়া প্রয়োজনানুসারে যথাস্থানে নীত হয়। জলাশয়ের উপরিভাগ হইতে চোঙের নিম্নদেশস্থ কবাটটি ৩২ ফুটের অধিক হইলে, নলের অভ্যন্তরে জল উঠিতে পারে না; কারণ বায়ুরাশির চাপ ৩২ ফুট উচ্চ জলরাশির ভারের সমান। জলাশয়ের উপরিভাগ হইতে চোঙের তলদেশস্থ কবাট ২৬। ২৭ ফুট হইলে, জলোত্তোলন কার্য্য অতি সুচারু রূপে সম্পন্ন হয়।

১২। বক্রনালী যন্ত্র।—এ যন্ত্র দ্বারা উচ্চস্থান হইতে জলাদি তরল পদার্থ নিম্ন স্থানে নীত হয়। এ স্থলে একটি বক্রনালী যন্ত্রের প্রতিরূপ প্রকাশিত হইল। এ যন্ত্র, একটি বক্রীকৃত কাচের নল ব্যতীত, অন্য কিছুই নহে। ইহার একটি বাহু অপর বাহু অপেক্ষা দীর্ঘ হওয়া আবশ্যক। এই যন্ত্রের ক্ষুদ্র বাহুর প্রান্তভাগ অঙ্গুলি দ্বারা বন্ধ করিয়া, উহাকে জলে পূর্ণ করিতে হয়। অনন্তর ঐ ক্ষুদ্র বাহুকে কোনও উচ্চস্থানস্থিত জলে নিমগ্ন করিয়া, দীর্ঘ বাহুর প্রান্তভাগ নিম্নস্থিত কোনও পাত্রে



১০

স্থাপন পূর্ব্বক অঙ্গুলি সরাইয়া ক্ষুদ্র বাহুর প্রান্তভাগ খুলিয়া দিলে, উচ্চদেশ হইতে জল প্রবাহিত হইয়া নিম্নদেশস্থ

পাত্রে যাইতে থাকে। এ যন্ত্রটিকে পূর্ব্বাহ্নে জলপূর্ণ না করিয়া, পূর্ব্বোক্ত প্রকারে স্থাপন পূর্ব্বক, উহার দীর্ঘ বাহুর প্রান্ত ভাগে মুখ লাগাইয়া অভ্যন্তরস্থ বায়ু টানিয়া লইলেও, পূর্ব্বোক্ত প্রকারে উচ্চ স্থান হইতে নিম্নস্থানে জল প্রবাহিত হয়। জলের উপরিভাগ হইতে বক্রনালীযন্ত্রের ক্ষুদ্র বাহুর উচ্চতা ৩২ ফুটের অধিক হইলে, যন্ত্রমধ্যে জলের প্রবাহ সমুৎপন্ন হয় না; কারণ, বায়ুর চাপ প্রভাবে ৩২ ফুটের ঊর্দ্ধে জল উঠিতে পারে না।

চতুর্থ অধ্যায়।

কার্য্যের সহিত শক্তির সম্বন্ধ।

১। **কার্য্যক্ষম পদার্থ।**—ত্রিবিধ অবস্থাপন্ন জগতের যাবতীয় জড় পদার্থের স্থূল স্থূল বিবরণ যথাবিহিত রূপে বিবৃত করা হইয়াছে। এই সকল জড় পদার্থ, সকল সময়ে এক ভাবে অবস্থিতি করে না। উহাদিগকে কখনও অবসাদগ্রস্ত, কখনও বা কার্য্যনিষ্ঠ দেখিতে পাওয়া যায়। নিশ্চেষ্ট সীসকখণ্ড ও কামানবিনির্গত জ্বলন্ত সীসকখণ্ড, এতদুভয়ের অবস্থার প্রতি মনঃসংযোগ করিলেই জড় পদার্থের অবসন্নতা ও কার্য্যক্ষমতার বিষয় বিশেষ রূপে বুঝা যাইতে পারে। ইতিপূর্ব্বে বল সম্বন্ধে যাহা যাহা বলা হইয়াছে, তাহাতে অনায়াসেই বুঝা যাইতেছে যে, বলই জড়ের জীবন স্বরূপ, এবং বল প্রভাবেই জড় জগতের জীবন্ত ভাব সংরক্ষিত হইতেছে। বল দ্বারা কার্য্য সম্পন্ন হয়, এবং কার্য্য সম্পাদন কালে বল গতিতে পরিবর্ত্তিত হইয়া, কখনও সেই পদার্থকে চালিত করিতে থাকে, কখনও বা উহার পরমাণুসমষ্টি মধ্যে এক প্রকার আন্দোলন বা অগ্রপশ্চাৎগতি সঞ্জাত করিয়া উহাকে শব্দায়মান, তেজস্বান, আলোকময়, কিংবা তড়িৎসম্পন্ন করে। যথাক্রমে এই উল্লিখিত চারি প্রকার কার্য্যক্ষম পদার্থসমূহের প্রকৃতি ও কার্য্যকারিতা প্রভৃতি বিবৃত করা যাইবে।

২। **কার্য্য ও শক্তি।**—সংসার কার্য্যক্ষেত্র। এমন কেহই নাই, যিনি সংসারে কোনও না কোনও কার্য্য না করেন। বলিতে কি, অশনে, বসনে, শয়নে,

উপবেশনে, সকল অবস্থাতে, সকলকেই অন্ততঃ অঙ্গপ্রত্যঙ্গ সঞ্চালন দ্বারা শারীরিক বল ব্যয়িত করিয়া ঐ সকল কার্য্য সম্পন্ন করিতে হয়। এই কার্য্যক্ষমতাকে শক্তি বলা যাইতে পারে। এক সের পরিমিত কোনও দ্রব্য এক হাত ঊর্দ্ধে তুলিলে যে কার্য্য হয়; সেই দ্রব্য দুই হাত ঊর্দ্ধে তুলিলে, তাহার দ্বিগুণ কার্য্য, ও তিন হাত তুলিলে, ত্রিগুণ কার্য্য সমাধা হয়। আবার এক সের পরিমিত কোনও দ্রব্য এক হাত ঊর্দ্ধে তুলিলে যে কার্য্য হয়, দুই সের পরিমিত সেই দ্রব্য, ঐ এক হাত ঊর্দ্ধে তুলিলে, তাহার দ্বিগুণ কার্য্য, এবং তিন সের পরিমিত সেই দ্রব্য, এক হাত তুলিলে, তাহার ত্রিগুণ কার্য্য সমাধা হয়। অতএব এপ্রকার স্থলে কি পরিমিত কার্য্য সম্পন্ন হইল, জানিতে হইলে, সেই দ্রব্যের পরিমাণকে, ঊর্দ্ধতার পরিমাণ দ্বারা পূরণ করিতে হয়।

৩। গতিবিশিষ্ট পদার্থ দ্বারা কি রূপে কার্য্য সম্পন্ন হয়।—বাতাসে নৌকা চলে, ঝড়ে গাছ পড়ে, কামানের গোলায় পাহাড় ভাঙ্গে; সুতরাং গতিবিশিষ্ট পদার্থ দ্বারা যে কার্য্য সম্পন্ন হয়, তাহা স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, কোনও পদার্থ যত বেগে সঞ্চালিত হয়, তদ্দ্বারা তত অধিক পরিমিত কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে। এক মণ পরিমিত কোনও পদার্থ এক ব্যক্তি অনায়াসে মাথায় করিয়া লইয়া যাইতে পারে, কিন্তু সেই পদার্থ ১০।২০ হাত ঊর্দ্ধ হইতে তাহার মস্তকোপরি নিক্ষিপ্ত হইবামাত্র সে পঞ্চত্ব প্রাপ্ত হয়।

৪। সঞ্চিত শক্তি।—কার্য্যক্ষমতাকে শক্তি বলে, সুতরাং শক্তিসম্পন্ন পদার্থমাত্রই কার্য্যক্ষম; কিন্তু তাই বলিয়া উহারা যে সকল সময়েই কাজ করিতেছে

এমত নহে। এ সকল পদার্থ দ্বারা যখন কোনও কার্য্য সম্পাদিত হয়, তখন উহাদের শক্তি ব্যয়িত হইয়া কার্য্যে পরিবর্ত্তিত হইতে থাকে ; আর যখন উহাদের দ্বারা কোনও কার্য্য সম্পন্ন না হয়, তখন ঐ শক্তি ব্যয়িত না হইয়া সঞ্চিত থাকে। এপ্রকার শক্তিকে সঞ্চিত শক্তি বলা যাইতে পারে। সঞ্চিত ধনের ন্যায় প্রয়োজনানুসারে উহা ব্যয়িত হইয়া কার্য্য সম্পাদন করিতে পারে। মনে কর, একটি লোক ছাদের উপর হইতে ভূতলস্থিত, তাহার সমশক্তিশালী অন্য আর এক ব্যক্তিকে ঢিল ছুড়িয়া মারিতেছে। ভূতলস্থিত ব্যক্তিও, ভূতল হইতে ছাদের উপরে তাহার দিকে ঢিল ছুড়িতেছে। এ অবস্থায়, ছাদের উপরস্থিত ব্যক্তি ভূতলস্থ ব্যক্তিকে যে অতি সহজে পরাভূত করিবে তাহাতে কোনও সংশয় নাই। কিন্তু সমশক্তিশালী দুই ব্যক্তি ঢিল ছোড়ায়, একের জয়, ও অপরের অতি সহজে পরাজয় হয় কেন ? ইহার কারণ এই যে, প্রতিদ্বন্দ্বী ব্যক্তিদ্বয় সমশক্তি সম্পন্ন হইলেও, অবস্থানের স্থানভেদহেতু তাহাদের ঢিলসমূহ ভিন্ন পরিমিত শক্তি সম্পন্ন হয়। ভূতলস্থিত ঢিল সমূহ অপেক্ষা ছাদের উপরস্থিত ঢিল সমূহ অধিকতর শক্তিসম্পন্ন, কারণ, উহাদিগকে ভূতল হইতে ছাদের উপরে তুলিতে যে পরিমিত শক্তি প্রযুক্ত হইয়াছিল, তাহা ইতিপূর্ব্বে কোনও কার্য্য সম্পাদনে ব্যয়িত হয় নাই বলিয়া, উহা ঢিল সমূহ মধ্যে সঞ্চিত রহিয়াছে। এজন্য কার্য্যসম্পাদনকালে, অর্থাৎ এস্থলে বিপক্ষ দলনে, ভূতলস্থিত ঢিল সমূহ অপেক্ষা উহারাই অধিকতর বিক্রম প্রকাশ করে।

পঞ্চম অধ্যায়।

প্রথম পরিচ্ছেদ।

শব্দ।

১। **শব্দের প্রকৃতি ও উৎপত্তি।**—কি কল্লোলিনীর কল কল রব, কি গভীর জীমূতনির্ঘোষ, কি কোকিলের কূজন, কি মানবকণ্ঠবিনিঃসৃত সুমধুর সঙ্গীত, এ সকলই শব্দ। শব্দ, পদার্থের আণবিক গতি ব্যতীত, অন্য কিছুই নহে। কোনও পদার্থ এক স্থান হইতে স্থানান্তরে যাইতে থাকিলে, তাহাকে গতি-সম্পন্ন বলা যায়; কিন্তু গতিসম্পন্ন পদার্থমাত্রই যে এক স্থান হইতে অন্য স্থানে যাইবে এমত নহে। একটি বর্ত্তুল ঘুরাইয়া দিলে, উহা এক স্থানে থাকিয়াই ঘুরিতে থাকে। এক গাছি সূত্র বা তারের দুই দিকে দুইটি খোঁটা বাঁধিয়া উহাকে টান টান করিয়া ধরিয়া, সেই সূত্র বা তারের এক প্রান্তে ঘা মারিলে, উহা এক স্থানে থাকিয়াই কিয়ৎক্ষণ পর্য্যন্ত কাঁপিতে থাকে। এ প্রকার কাঁপায়, সেই তার বা সূত্রের অণুসমষ্টির যে এক প্রকার অগ্র পশ্চাৎ গতি হয়, তাহাকে আন্দোলন কহে। ঢাক, ঢোল প্রভৃতি বাদ্য যন্ত্রে আঘাত করিলে, কিংবা সেতারা, তানপুরা প্রভৃতি তন্ত্রী যন্ত্রের তন্ত্রে ঘা মারিলে, উহাদের অণুসমষ্টি মধ্যেও পূর্ব্বোক্ত প্রকারে আন্দোলন সঞ্জাত হয়। কোনও পদার্থের অণুসমষ্টির এপ্রকার আন্দোলনকালে, যে কোনও পদার্থ তাহার আন্দোলন-

পথে নিপতিত হয়, তাহা তদ্দ্বারা আঘাত পায়। ভূপৃষ্ঠের সর্ব্বস্থলেই বায়ু বিদ্যমান আছে, এজন্য আন্দোলিত পরমাণুসমষ্টি দ্বারা বায়ু আঘাত প্রাপ্ত হয়। প্রতিমুহূর্ত্তে আন্দোলিত পরমাণুসমষ্টির যতবার অগ্রপশ্চাৎ গতি হয়, তৎসন্নিহিত বায়ুও তত বার উহাদের দ্বারা ঘা পায়। কিন্তু কোনও স্থলের বায়ু এপ্রকার ঘা পাইলে, সেই বায়ু তাহার সমীপস্থ বায়ুকে আঘাত করে, এবং এই শেষোক্ত বায়ু আবার তাহার সমীপস্থ বায়ুকে আঘাত করে; সুতরাং কোনও স্থলে কোনও পদার্থের পরমাণুসমষ্টির আন্দোলন হইতে থাকিলে, দূরবর্ত্তী স্থানের বায়ু পর্য্যন্ত তদ্দ্বারা আঘাত প্রাপ্ত হয়। অনন্তর আমাদের শ্রবণেন্দ্রিয়ের চর্ম্মপটহ ঐ আঘাত প্রাপ্ত হইলে, তদ্দেশস্থ স্নায়ুমণ্ডলী দ্বারা সেই আঘাত-বল মস্তিষ্কে প্রেরিত হওয়ায়, আমাদের শব্দজ্ঞান জন্মে; এবং তৎসঙ্গে সঙ্গে সেই শব্দোৎপাদক পদার্থের অস্তিত্ব আমাদের অনুভূত হয় *। অতএব দেখা যাইতেছে যে.

---

* বায়ু নিষ্কাশিত স্থলে যে শব্দের উৎপত্তি হয় না, তাহা অনায়াসে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে। যে বাদ্যযন্ত্র বাজাইলে অনেকক্ষণ পর্য্যন্ত বাজিতে থাকে, তাহা বাজাইয়া বায়ু-নিষ্কাশন যন্ত্রের আবরণ মধ্যে স্থাপন করিয়া বায়ু নিষ্কাশন করিতে থাকিলে, উহার স্বর ক্রমশঃ মন্দীভূত হইতে হইতে পরিশেষে একেবারে থামিয়া যায়। আবার ভূপৃষ্ঠ হইতে ২৫ ক্রোশের ঊর্দ্ধে বায়ু অতি লঘু বলিয়া তথায় এত অল্প শব্দ হয়, যে তাহা আমাদের শ্রবণগোচর পর্য্যন্ত হয় না। এজন্য, উল্কাপাত কালে আমরা উহার কেবল আলোক দেখিতে পাই কিন্তু শব্দ শুনিতে পাই না। আমাদের বায়ুমণ্ডল চন্দ্র কি সূর্য্যমণ্ডল পর্য্যন্ত বিস্তৃত নহে; সুতরাং ঐ ঐ প্রদেশে সমুৎপন্ন কোনও শব্দ আমরা শুনিতে পাই না।

আমরা যাহাকে শব্দ বলি, তাহা পদার্থের অণুসমষ্টির এক প্রকার আন্দোলন মাত্র।

২। শব্দ দ্বারা কি রূপে কার্য্য সম্পন্ন হয়।—শব্দ পদার্থের অণুসমষ্টির আন্দোলন মাত্র, সুতরাং উহা এক প্রকার গতি। পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে, গতি দ্বারা কোনও না কোনও কার্য্য সাধিত হয়; সুতরাং শব্দ দ্বারাও যে কার্য্য সম্পন্ন হয়, তাহাতে কোনও সংশয় নাই। কামানের শব্দে অনেক সময়ে অনেকের শ্রবণশক্তি বিনষ্ট হয়; গভীর-মেঘ-গর্জ্জনে অট্টালিকাদি চিড় খায়; এবং বারুদের গুদামে আগুন লাগিলে, তাহার ভয়ঙ্কর শব্দে নিকটবর্ত্তী অট্টালিকাদি পর্য্যন্ত ভগ্ন হইয়া যায়।

৩। শব্দতরঙ্গ।—কোনও প্রশান্ত সরসীবক্ষে উপলখণ্ড নিক্ষিপ্ত হইলে, তত্রস্থ জলীয় অণুসমষ্টির প্রশান্ত ভাব বিনষ্ট হইয়া তাহার চারিদিক্ যেমন তরঙ্গভঙ্গে পরিব্যাপ্ত হইতে থাকে, তেমনি কোনও পদার্থের অণুসমষ্টি আন্দোলিত হইলে, সেই আন্দোলন সংঘাতে তত্রস্থ বায়ুর অণুসমষ্টি আন্দোলিত হওয়ায় এক প্রকার বায়বীয় তরঙ্গ সমুৎপন্ন হয়। এই বায়বীয় তরঙ্গ উপলখণ্ডাভিজাত সরসীবক্ষে সমুৎপন্ন জলীয় তরঙ্গের ন্যায় চারিদিকে পরিব্যাপ্ত হইতে থাকে, কিন্তু উৎপত্তিস্থল হইতে উহা যত দূরবর্ত্তী হয়, উহার শক্তিও তত হ্রাস হইয়া আইসে। এজন্য, শব্দের আতিশয্য দূরত্ব অনুসারে কমিতে থাকে। এক কি অর্দ্ধ ক্রোশ দূরে কামান ছোড়া হইলে, আমরা তাহার যে পরিমাণে শব্দ শুনিতে পাই, অন্যান্য দিকে, উহার ঠিক তত দূরে অবস্থিত ব্যক্তিরাও উহার সেই পরিমাণে শব্দ শুনিতে পান। কিন্তু আমাদের অপেক্ষা কামানের

সন্নিকট অবস্থিত ব্যক্তিবর্গের নিকট সেই শব্দ অপেক্ষাকৃত উচ্চ বলিয়া প্রতীয়মান হয়। ইহার কারণ এই যে, নিকটস্থ ব্যক্তির কর্ণপটহ কোনও শব্দ দ্বারা যে পরিমাণে আঘাত প্রাপ্ত হয়, দূরস্থ ব্যক্তির কর্ণপটহ সেই শব্দ দ্বারা কখনই সেই পরিমাণে আঘাত প্রাপ্ত হয় না। বলা বাহুল্য যে, আণবিক আন্দোলন হেতু কোনও স্থানের বায়ু যে পরিমিত বল সহকারে আঘাত প্রাপ্ত হয়, শব্দাতিশয্য সেই পরিমাণে বৃদ্ধি পায়; এবং এই বায়ুতরঙ্গ আবার যে পরিমিত বল সহকারে আমাদের কর্ণপটহকে আঘাত করে, সেই পরিমাণে শব্দের উচ্চতা বা মৃদুতা আমাদের অনুভূত হয়।

৪। শব্দতরঙ্গের গতির হার বা বেগ।— অনেকেই হয়ত প্রত্যক্ষ করিয়াছেন যে, অদূরে কামান কি বন্দুক ছোড়া হইলে, আমরা সর্ব্ব প্রথমে ধূম ও অগ্নিশিখা দেখি এবং তাহার পরে শব্দ শুনিতে পাই। বিদ্যুদগ্নি দেখার পরে মেঘের গভীর গর্জ্জন শ্রবণবিবরে প্রবেশ করে। সুতরাং দূর হইতে শব্দ বা শব্দের তরঙ্গ আসিতে যে কাল বিলম্ব হয়, তাহা বুঝা যাইতেছে। মনে কর, আমাদের নিকট হইতে ১১,০০০ ফুট দূরে একটি কামান ছোড়া গেল; এবং সেই কামান-বিনির্গত ধূম বা আলোক দেখিবার ১০ সেকেণ্ড পরে আমরা কামানের শব্দ শুনিতে পাইলাম। এস্থলে ১১,০০০ ফুট বায়বীয় পথ অতিক্রম করিতে ১০ সেকেণ্ড লাগিয়াছে। সুতরাং শব্দ বা শব্দতরঙ্গ প্রতি সেকেণ্ডে ১,১০০ পথ বায়ুর মধ্য দিয়া গিয়াছে, অর্থাৎ বায়ুর মধ্যে উহার বেগ প্রতি সেকেণ্ডে প্রায় ১,১০০ ফুট হইয়াছে। পণ্ডিতেরা বিস্তর পরীক্ষা দ্বারা স্থির করিয়াছেন যে, বায়ুমধ্যে শব্দের বেগ প্রায় এই রূপ। বায়ুমধ্যেই

সচরাচর শব্দতরঙ্গ সঞ্চালিত হয় বটে, কিন্তু কঠিন, তরল, ও বায়বীয় এই ত্রিবিধ অবস্থাপন্ন পদার্থমধ্যেই ইহা সঞ্চালিত হইতে পারে। যে পদার্থ যত ঘন ও স্থিতিস্থাপক, তন্মধ্যে শব্দ-তরঙ্গের বেগ তত প্রবল হয়। বায়ু অপেক্ষা জলমধ্যে উহার বেগ প্রায় ৪ গুণ, এবং লৌহ মধ্যে প্রায় ১৬ গুণ হয়।

৫। প্রতিধ্বনি।—উপলখণ্ডাভিজাত সরসীবক্ষে সমুৎপন্ন জলীয় তরঙ্গ যেমন কোনও প্রতিবন্ধক পাইলে আর অগ্রসর হইতে না পারিয়া প্রতিনিবৃত্ত হয়, শব্দ-তরঙ্গও সেই রূপ কোনও প্রতিবন্ধক দ্বারা প্রতিনিবৃত্ত হইয়া কখনও স্বকীয় উৎপত্তি স্থলে পুনর্ব্বার ফিরিয়া আইসে, কখনও বা অন্যদিকে গতি বিস্তার করে। প্রতিবন্ধক হেতু প্রতিনিবৃত্ত শব্দতরঙ্গ যখন আমাদের কর্ণপটহকে আঘাত করে, তখন আমরা যে শব্দ শুনিতে পাই, তাহাকে প্রতিধ্বনি বা প্রতিশব্দ কহে। একাধিক প্রতিবন্ধক বিদ্যমান থাকিলে, এক শব্দ হইতে অনেক প্রতিশব্দ সমুৎপন্ন হইয়া থাকে। প্রতিবন্ধকের পৃষ্ঠ-দেশ পুটাকার (concave) হইলে, তাহা হইতে প্রতি-নিবৃত্ত শব্দতরঙ্গের প্রতিশব্দ অতি পরিস্ফুট রূপে শ্রবণ-গোচর হয়। একখানি পুটাকার দর্পণের অধিশ্রয়ণ-বিন্দুতে * একটি ক্ষুদ্র বা পকেট ঘড়ী (watch) স্থাপন করিয়া, তাহার অনতিদূরে কিন্তু সমসূত্রে অবস্থাপিত অন্য আর এক খানি পুটাকার দর্পণের অধিশ্রয়ণ-

---

* পুটাকার এক খানি দর্পণ সূর্য্যকিরণে স্থাপন করিলে, অসংখ্য কিরণ রেখা তদ্দারা প্রতিফলিত হইয়া দর্পণের অনতি-দূরে যে বিন্দুতে সম্মিলিত হয়, তাহাকে সেই দর্পণের অধিশ্রয়ণ-বিন্দু (focus) কহে।

বিন্দুতে কর্ণ প্রয়োগ করিলে, সেই ঘড়ীর টিক টিক শব্দ অতি পরিস্ফুট রূপে শুনিতে পাওয়া যায়।

৬। **শব্দ ও স্বর।**—কোনও বস্তু যদি বায়ুকে একবার মাত্র আঘাত করে, তাহা হইলে আমাদের কর্ণপটহ যে একবার মাত্র আঘাত পায়, তাহাকেই আমরা শব্দ বলিয়া থাকি, যেমন কামানের শব্দ। কিন্তু কোনও আন্দোলিত পদার্থ, বায়ুকে আঘাত করিলে, বায়ু প্রতি-সেকেণ্ডে তদ্দ্বারা একেবারে অনেক গুলি ঘাত প্রাপ্ত হয়। এই সকল ঘাত ধারাবাহিক রূপে আমাদের কর্ণকুহরে প্রবিষ্ট হওয়ায় আমরা যে এক প্রকার মধুর শব্দ শুনিতে পাই তাহাকেই স্বর বা সুস্বর কহে। প্রতি সেকেণ্ডে সেই ঘাত সংখ্যা যত অল্প হয়, স্বর তত নরম (deep) হয়, এবং প্রতি সেকেণ্ডে উহার সংখ্যা যত অধিক হয়, স্বরও তত উচ্চ বা চড়া (shrill) হইয়া আইসে।

পঞ্চম অধ্যায়।

*দ্বিতীয় পরিচ্ছেদ।

তাপ।

১। তাপের প্রকৃতি।—পদার্থের অণুসমষ্টির এক প্রকার প্রবলতম আন্দোলনের নাম তাপ*। এপ্রকার আন্দোলন আমাদের দৃষ্টি ও শ্রবণশক্তির অতীত, কিন্তু উহার কার্য্য অর্থাৎ তাপ ও আলোক আমাদের স্পর্শ ও দর্শনেন্দ্রিয়ের গ্রাহ্য।

---

* নিউটন, লাপলেস প্রভৃতি পণ্ডিতেরা সিদ্ধান্ত করিয়াছিলেন যে তাপ ও আলোক সূক্ষ্মতম এক প্রকার অতীন্দ্রিয় পদার্থ। যে কোনও পদার্থের অণুসমষ্টি মধ্যে উহা প্রবিষ্ট হইলে সেই পদার্থ উত্তপ্ত ও আলোকিত হয়, এবং তন্মধ্য হইতে নিরাকৃত হইলে, সেই পদার্থ তাপ ও আলোক সম্পর্ক শূন্য হয়। নিউটনের সমকালিক পণ্ডিত হাইগেনস্ ১৬৯০ খৃষ্টাব্দে তাপ ও আলোক সম্বন্ধে পুরাতন মত পরিত্যাগ করিয়া যে অভিনব মত প্রবর্ত্তিত করেন, তাহাই বর্ত্তমান সময়ে প্রচলিত। ইয়ঙ্গ, ফ্রেসলেন প্রভৃতি প্রকৃতিবিৎ পণ্ডিতগণ এই মতের বিলক্ষণ পুষ্টিসাধন করিয়া গিয়াছেন। ইহাদের মতে তাপ ও আলোক কোনও পদার্থ নহে, পদার্থের অণুসমষ্টির একপ্রকার প্রবলতম আন্দোলন মাত্র। এই আণবিক আন্দোলন সম্পাতে সেই আলোকময় ও তেজঃপুঞ্জ পদার্থ পরিবৃত ইথার আন্দোলিত হয়। কিন্তু ইথার বিশ্বব্যাপী, সুতরাং আণবিক আন্দোলন একেবারে হিল্লোল আকারে সমস্ত বিশ্ব পরিব্যাপ্ত করিয়া ফেলে। এই ইথারময় মহাসমুদ্রে সঞ্জাত আন্দোলন হিল্লোল যখন আমাদের

২। উষ্ণতা।—পদার্থের যে তাপ আমাদের অনুভূত হয়, তাহাকে উষ্ণতা কহে। সাধারণতঃ উষ্ণতাকে শৈত্যের বিপরীত গুণ বলা হইয়া থাকে, কিন্তু বস্তুতঃ এতদুভয়ের মধ্যে কোনও বিশেষ প্রভেদ নাই ; পদার্থবিশেষে তাপের পরিমাণের হ্রাস বৃদ্ধি অনুসারে উহাদের উৎপত্তি হইয়া থাকে এই মাত্র।

৩। উষ্ণতা নিরূপণ। তাপমান যন্ত্র।—সকল প্রকার বস্তুই স্পর্শমাত্রে ন্যূনাতিরিক্ত উষ্ণ, বা অনুষ্ণ অর্থাৎ শীতল বোধ হয়। কিন্তু এপ্রকার বোধ, সেই সকল বস্তুর ও আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয়ের তাৎকালিক অবস্থার উপরে সর্ব্বতোভাবে নির্ভর করে। এমন কি, এক বস্তু এক সময়ে শীতল-স্পর্শ হইলেও অন্য সময়ে উষ্ণ-স্পর্শ হইতে পারে। আমাদের এক হস্ত উষ্ণ জলে ও অপর হস্ত শীতল জলে নিমগ্ন করণানন্তর, উভয় হস্তই এক কালে নাতিশীতোষ্ণ জলে নিমজ্জিত করিলে, ইতিপূর্ব্বে শীতল জলে নিমজ্জিত হস্তে উষ্ণ-স্পর্শ, এবং ইতিপূর্ব্বে উষ্ণ জলে নিমজ্জিত হস্তে শীত-স্পর্শ অনুভূত হয়। এজন্য এক বস্তু অপর বস্তু অপেক্ষা উষ্ণ কি শীতল, তাহা

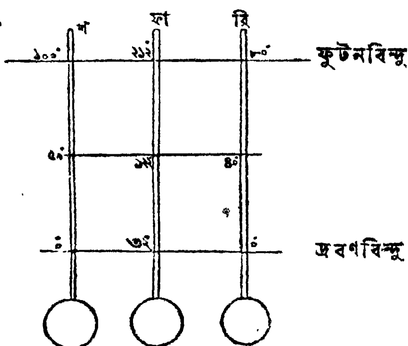
দর্শনেন্দ্রিয়কে আঘাত করে, তখন আমরা আলোক দেখিতে পাই, এবং সেই মুহূর্ত্তেই আলোকময় বস্তুর অস্তিত্ব আমাদের উপলব্ধি হয় ; এবং সেই হিল্লোল যখন আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয়কে আঘাত করে, তখনই তাপ বা তেজ আমাদের অনুভূত, এবং তদ্দণ্ডেই উত্তপ্ত বস্তুর অস্তিত্ব আমাদের অনুমিত হয়। পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে, শব্দ, পদার্থের অণুসমষ্টির এক প্রকার আন্দোলন। এক্ষণে দেখা যাইতেছে যে, আলোক ও তাপও পদার্থের অণুসমষ্টির আন্দোলন ব্যতীত অন্য কিছুই নহে। শব্দ, বায়ু দ্বারা, এবং তাপ ও আলোক, বিশ্বব্যাপী ইথার দ্বারা, সর্ব্বত্র সঞ্চালিত হইয়া থাকে।

আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয় দ্বারা প্রকৃত প্রস্তাবে নির্ণীত হয় না। কোন্ বস্তু কি পরিমাণ উষ্ণ কি শীতল, যে যন্ত্র দ্বারা তাহা নিরূপিত হয়, তাহাকে তাপমান বা তাপ-মাপক যন্ত্র কহে।

৪। **তাপমান যন্ত্র প্রস্তুত করণ।**—অতি সূক্ষ্ম, সমচ্ছিদ্র সম্পন্ন ও এক প্রান্তে কন্দযুক্ত একটি কাচের নল লইয়া, তাহার কন্দপ্রদেশে তাপ প্রয়োগ করিলে, ঐ নলের অভ্যন্তরস্থ বায়ুর কিয়দংশ বাহির হইয়া যায়। এরূপ অবস্থায় সেই নলটির অপর প্রান্ত আল-কোহল বা পারদপূর্ণ কোনও পাত্রে নিমজ্জিত করিলে, সেই কাচের নলের অভ্যন্তরে কিঞ্চিৎ আলকোহল বা পারদ উত্থিত হয়। অনন্তর ঐ কন্দ প্রদেশ পুনর্ব্বার উত্তপ্ত করায়, উহার অভ্যন্তরস্থ আলকোহল বা পারদ ফুটিয়া উঠিলে, নলটির অভ্যন্তর হইতে বায়ু একেবারে নিরাকৃত হইয়া যায়, এবং উহা সর্ব্বতোভাবে আলকোহল বা পারদের বাষ্পে পূর্ণ হয়। এরূপ অবস্থায়, পুনর্ব্বার সেই নলটির সূক্ষ্ম ও খোলা মুখ আলকোহল বা পারদ-পূর্ণ পাত্রে নিমজ্জিত হইলে, উহা আলকোহল বা পারদে পরিপূর্ণ হয়। পরে সেই নলটি শীতল হইবার পূর্ব্বে, অগ্নির উত্তাপে কাচ গলাইয়া উহার খোলা মুখ বন্ধ করিয়া দিলেই তাপমান যন্ত্র নির্ম্মিত হয়। তাপাংশ নিশ্চয়ার্থে এ যন্ত্রের নলটি অঙ্কিত থাকায়, উহার দ্বারা মানদণ্ডের কার্য্যও সংসাধিত হইয়া থাকে।

৫। **দ্রবণবিন্দু ও ফুটনবিন্দু।**—তুষার-হিম জলে নিমজ্জিত হইলে, তাপমান যন্ত্রের যে অঙ্ক পর্য্যন্ত পারদের অবনতি হয়, তাহাকে দ্রবণবিন্দু বা দ্রবণাঙ্ক; এবং ফুটন্ত জলে নিমগ্ন করিলে, যে অঙ্ক পর্য্যন্ত উহার উন্নতি হয়, তাহাকে ফুটনবিন্দু বা ফুটনাঙ্ক কহে।

৬। তিন প্রকার তাপমান যন্ত্র প্রচলিত।—ফারেণহীট, সেন্টিগ্রেড ও রিউমার নামক তিন প্রকার তাপমান যন্ত্র প্রচলিত আছে। ওলন্দাজ পণ্ডিত ফারেণহীটকৃত তাপমান যন্ত্র, ইংলণ্ড, হলণ্ড, ইউনাইটেড ষ্টেটস প্রভৃতি প্রদেশ সমূহে প্রচলিত। ইহার দ্রবণাঙ্ক ৩২°, ফুটনাঙ্ক ২১২° *, এবং এই দুই অঙ্কের অন্তর্ব্বর্ত্তী অংশটি ১৮০ সমান অংশে বিভক্ত। সেন্টিগ্রেড বা শতাংশিক তাপমান যন্ত্র ফরাসীদেশে প্রচলিত। সুইডেনবাসী সেলসিয়াস ইহার সৃষ্টিকর্ত্তা।



১১

* কোনও বস্তুর উষ্ণতা নিরূপণ করিতে যে কোনও প্রকারের তাপমান যন্ত্র ব্যবহার করা হউক না, ফল একই হয়। একপ্রকার তাপমান যন্ত্রে পারদের উন্নতি দেখিয়া, অন্য প্রকার যন্ত্রে তদবস্থায় পারদের উন্নতি কত হইবে, তাহা অনায়াসে নিশ্চয় করা যাইতে পারে। ফা, শ, রি, এই তিন চিহ্ন দ্বারা যদি যথাক্রমে ফারেণহীট, শতাংশিক ও রিউমারকৃত যন্ত্র সূচিত হয়, তাহা হইলে

$$\frac{\text{ফা}-৩২}{২১২-৩২} = \frac{\text{শ}}{১০০} = \frac{\text{রি}}{৮০}$$; কারণ এই তিন প্রকার যন্ত্রেরই দ্রবণাঙ্ক হইতে ফুটনাঙ্ক পর্য্যন্ত অংশটি এক সমান;

$$\text{অতএব ফা} = \frac{৯\text{শ}}{৫} + ৩২ = \frac{৯\ \text{রি}}{৪} + ৩২,$$

$$\text{এবং শ} = \frac{৫\ \text{রি}}{৪}।$$

ইহার দ্রবণাঙ্ক ০°, ফুটনাঙ্ক ১০০°, এবং দুই অঙ্কের অন্তর্ব্বর্ত্তী অংশটি ১০০ সমান অংশে বিভক্ত। রিউমার যে তাপমান যন্ত্র প্রচারিত করেন, তাহা সমগ্র রুষরাজ্যে এবং জর্ম্মণ সাম্রাজ্যের অনেকপ্রদেশে প্রচলিত। ইহার দ্রবণাঙ্ক ০°, এবং ফুটনাঙ্ক ৮০°, এবং এই দুই অঙ্কের অন্তর্ব্বর্ত্তী অংশটি ৮০ সমান অংশে বিভক্ত।

৭। **তাপাংশ**।—দ্রবণবিন্দু ও ফুটনবিন্দুর মধ্যবর্ত্তী তাপমান যন্ত্রের অংশটি কতিপয় সমান অংশে বিভাগ করিয়া উহাতে উষ্ণতার অংশসূচক যে সকল চিহ্ন অঙ্কিত থাকে তাহাদিগকে তাপাংশ কহে। ফারেণহীটকৃত যন্ত্রের ৯ অংশ, শতাংশিক যন্ত্রের ৫ অংশের, এবং রিউমারকৃত যন্ত্রের ৪ অংশের সমান।

৮। **তাপমান যন্ত্র দ্বারা উষ্ণতার পরিমাণ কিরূপে নিরূপিত হয়**।—কোন্ দ্রব্য কি পরিমাণ উষ্ণ, জানিতে হইলে, উল্লিখিত কোনও এক প্রকার তাপমান যন্ত্র ক্ষণকাল সেই দ্রব্যে সংলগ্ন বা তন্মধ্যে নিমজ্জিত রাখিয়া, যন্ত্রাভ্যন্তরস্থ পারদের উন্নতি বা অবনতি দেখিয়া, সেই দ্রব্যের উষ্ণতা নিরূপিত হইতে পারে*। ফারেণহীটকৃত তাপমান যন্ত্রের কন্দ (৫) পাঁচ মিনিট কাল মনুষ্যের মুখ মধ্যে বা বগলে স্থাপন করিলে সেই যন্ত্রের ৯৮ অঙ্ক পর্য্যন্ত পারদ উত্থিত

---

* এস্থলে ইহা বিশেষরূপে স্মরণ রাখা আবশ্যক যে, তাপমান যন্ত্র দ্বারা কেবলমাত্র উষ্ণতার পরিমাণ নির্ণীত হইতে পারে, তাপের পরিমাণ ইহা দ্বারা কখনই জানা যাইতে পারে না। এক সের পরিমিত ফুটন্ত জল যে পরিমাণ উষ্ণ, এক ছটাক ফুটন্ত জলও ঠিক সেই পরিমাণ উষ্ণ; কিন্তু বলা বাহুল্য যে, এক সের পরিমিত ফুটন্ত জলে, এক ছটাক পরিমিত ফুটন্ত জল অপেক্ষা, অধিক পরিমাণে তাপ বিদ্যমান থাকে।

হয়। এজন্য সুস্থ শরীরের উষ্ণতা ফারেণহীটকৃত তাপমান যন্ত্রের ৯৮ অঙ্ক দ্বারা সূচিত হয়। ইহাকে সংক্ষেপে ৯৮° ফা (অর্থাৎ ফারেণহীটকৃত তাপমান যন্ত্রের ৯৮ অংশ) এইরূপ বলা হইয়া থাকে। শরীর অসুস্থ হইলে, তাপাংশের ইহা অপেক্ষা হ্রাস বৃদ্ধি হইয়া থাকে। প্রবল জ্বরভোগ কালে, পূর্ব্বোক্ত প্রকারে মুখমধ্যে বা বগলে তাপমান যন্ত্র সংস্থাপিত হইলে ১০৪°, ১০৫° প্রভৃতি অঙ্ক পর্য্যন্ত পারদ উত্থিত হয়, এবং মৃত্যুর পূর্ব্বে শরীর হিম হইতে আরম্ভ হইলে, যন্ত্রমধ্যস্থ পারদ ৯৮ অংশের নিম্নে নামিতে থাকে *।

৯। তাপের ক্রিয়া।—তাপ প্রভাবে (ক) পদার্থ সকল কিয়ৎপরিমাণে উষ্ণ ও প্রসারিত হয় †; (খ) উহা-

---

* অম্লজনক, অজ্জনক প্রভৃতি যে সকল বায়ুকে এপর্য্যন্ত কিছুতেই তরল ভাবাপন্ন করিতে পারা যায় নাই, তাহারা সমান পরিমাণ তাপপ্রভাবে সমান পরিমাণে প্রসারিত হইতে থাকে।

† এই সাধারণ নিয়মের ব্যভিচারও বিলক্ষণ দৃষ্ট হয়। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, অনেক জাতীয় স্ফটিকের (crystal) একদিক যেমন তাপ পাইলে প্রসারিত হয়, উহার অন্যদিক তেমন আবার সঙ্কুচিত হইয়া আইসে। রবর বিস্তৃতাবস্থায় (stretched) উত্তপ্ত হইলে, প্রসারিত না হইয়া সঙ্কুচিত হয়। আমাদের পানীয় জল সেন্টিগ্রেড থারমোমিটার বা তাপমান যন্ত্রের (০°) শূন্য ডিগ্রি হইতে (৪°) ডিগ্রি বা তাপাংশ পর্য্যন্ত উষ্ণ হইতে থাকিলে প্রসারিত না হইয়া সঙ্কুচিত হয়, এবং তাহার অধিক উষ্ণ হইলে প্রসারিত হইতে থাকে। প্রায় যাবতীয় কঠিন দ্রব্যই, তাপসম্পাতে তরলভাবাপন্ন হইতে থাকিলে, কঠিন অবস্থা অপেক্ষা এই তরল অবস্থায় অধিক স্থান-ব্যাপিয়া থাকে অর্থাৎ বিস্তৃতায়তন হয়; কিন্তু বরফ, তরলভাবাপন্ন হইলে, কঠিন অবস্থা অপেক্ষা, তরল অবস্থায় অল্পায়তন অর্থাৎ সঙ্কুচিত হয়। এজন্য বরফ জলের

দের অবস্থান্তর ঘটে, অর্থাৎ কঠিন দ্রব্য তরল এবং তরল দ্রব্য বায়বীয় আকার ধারণ করে; এবং (গ) রাসায়নিক প্রক্রিয়ার বিশেষ আনুকূল্য হয়।

(ক) **প্রসারণ।**—সাধারণতঃ তাপপ্রভাবে কঠিন দ্রব্য অপেক্ষা তরল, এবং তরল দ্রব্য অপেক্ষা বায়বীয় দ্রব্য সকল, কিঞ্চিৎ অধিক প্রসারিত হয়*। দ্রব্য সকল যত অধিক তাপ পায়, উহারা তত অধিক প্রসারিত হয়। সমান পরিমিত তাপ পাইলেও আবার সকল দ্রব্য কিছু সমান পরিমাণে প্রসারিত হয় না†।

উপরে ভাসিতে থাকে। আবার তরলভাবাপন্ন লৌহও, তাপের অপচয় হেতু কঠিনভাবাপন্ন হইবার সময়ে, সঙ্কুচিত না হইয়া প্রসারিত হয়। লৌহের এই গুণ থাকা প্রযুক্ত উহা ছাঁচে ঢালাই হইতে পারে।

* উত্তপ্ত হইলে দ্রব্য সকল প্রসারিত, এবং শীতল হইলে সঙ্কুচিত হয়, এই প্রাকৃতিক ব্যাপারটি অবলম্বন করিয়া অনেক সময়ে অনেক প্রয়োজনীয় কার্য্যাদি সুসম্পন্ন হইয়া থাকে। গাড়ীর চাকার লৌহবলয়টি আগুনে পোড়াইয়া লাল করিয়া চাকায় পরান হয়। তাহার কারণ এই যে, উত্তপ্তাবস্থায় উহার আয়তন কিঞ্চিৎ বিস্তৃত হয় এবং এজন্য অনায়াসে চাকার নেমিকে পরিবেষ্টন করে। অনন্তর শীতল হইলে উহার আয়তন সঙ্কীর্ণ হইয়া আইসে, সুতরাং নেমির সঙ্গে দৃঢ়সংবদ্ধ হইয়া যায়। তাপ প্রভাবে, পারদ ও অন্যান্য পদার্থের প্রসারণ অবলম্বন করিয়া তাপমান যন্ত্রাদি নির্ম্মিত হইয়াছে। ভূপৃষ্ঠে তাপের হ্রাস বৃদ্ধি হেতু বায়ু বহিয়া থাকে।

† স্বর্ণ, রৌপ্য, তাম্র প্রভৃতি ধাতু, দ্রবণকালে প্রসারিত, এবং কঠিন হইবার সময়ে সঙ্কুচিত হয় বলিয়া ইহাদিগকে ছাঁচে ঢালাই করা যায় না; পরন্তু ইহাদের উপরে ছাপ মারা যায়; এজন্য উহাদের দ্বারা মুদ্রা প্রস্তুত হইয়া থাকে। কিন্তু লৌহ, বরফের ন্যায় দ্রবণ কালে সঙ্কুচিত এবং কঠিন হইবার সময়ে প্রসারিত হয়, এজন্য ইহা ছাঁচে ঢালাই হইয়া থাকে।

(খ)। **অবস্থান্তর প্রাপ্তি।**—তাপ প্রভাবে কঠিন পদার্থের অণুসমষ্টির দৃঢ়বন্ধন যেমন শিথিল হইতে থাকে, পদার্থ সকলও তেমনি প্রসারিত হইয়া প্রথমে তরল-ভাবাপন্ন এবং পরিশেষে বায়বীয় বা বাষ্পাকার ধারণ করে।

(গ)। **রাসায়নিক পরিবর্ত্তন।**—তাপ প্রভাবে রাসায়নিক প্রক্রিয়ার বিশেষ আনুকূল্য হয়। অগ্নি-প্রজ্বলন ক্রিয়াটি রাসায়নিক প্রক্রিয়া। ইহাতে কাষ্ঠস্থিত অঙ্গারের সহিত বাতাসস্থিত অম্লজনক বায়ুর রাসায়নিক সম্মিলন সাধিত হয়। কিন্তু এরূপ রাসায়নিক সম্মিলন তাপ সাপেক্ষ; কারণ, কাষ্ঠ অগ্নিসন্ধুক্ষণে উত্তপ্ত না হইলে কখনও আপনা হইতে জ্বলিয়া উঠে না।

১০। পদার্থ সকলের দ্রবণবিন্দু উহাদের প্রকৃতি ও চাপ সাপেক্ষ।—সকল পদার্থই কিছু সমান উষ্ণ হইলে দ্রবীভূত হয় না; আবার একই পদার্থকে সকল অবস্থাতে সমান উষ্ণ করিয়া দ্রবীভূত করিতে পারা যায় না। তুষারখণ্ড, সাগরপৃষ্ঠসমতল-ক্ষেত্রে, শতাংশিক তাপমান যন্ত্রের ১০০° অংশ উষ্ণ হইলেই গলিয়া যায়; কিন্তু পর্ব্বতশিখরে উহাকে গলাইতে হইলে, পূর্ব্বাপেক্ষা কিঞ্চিৎ অধিক উষ্ণ করিতে হয়। আবার সাগরপৃষ্ঠসমতলক্ষেত্রে সুবর্ণ শতাংশিক তাপমানযন্ত্রের ১২৫০° অংশ উষ্ণ হইলে দ্রবীভূত হয়, কিন্তু পর্ব্বতের উপরিভাগে পূর্ব্বাপেক্ষা কিঞ্চিৎ অল্পস্থ উষ্ণতাতেই গলিয়া যায়। সাগরপৃষ্ঠ অপেক্ষা পর্ব্বতের উপরিভাগে বায়বীয় চাপ কিঞ্চিৎ কম। এই দুই প্রদেশস্থ বায়বীয় চাপের ন্যূনাতিরিক্ততা বশতঃই পদার্থ সকল ঐ ঐ প্রদেশে সমান উষ্ণতায় দ্রবীভূত হয় না। এস্থলে আরও দেখা যাইতেছে যে,

বরফ প্রভৃতি যে সকল পদার্থ তরল অবস্থাপন্ন হইলে কিঞ্চিৎ সঙ্কুচিত হইয়া অল্পায়তন হয়, সে সকল পদার্থের দ্রবণবিন্দু, চাপের বৃদ্ধি অনুসারে, কমিতে থাকে ; এবং সুবর্ণ প্রভৃতি যে সকল পদার্থ তরল অবস্থাপন্ন হইলে কিঞ্চিৎ প্রসারিত হইয়া বিস্তীর্ণায়তন হয়, তাহাদের দ্রবণবিন্দু চাপের বৃদ্ধি অনুসারে বাড়িতে থাকে। ভূতলে বায়ুর চাপের পরিমাণ ৩০ ইঞ্চি পারদের ভারের সমান, এজন্য ৩০ ইঞ্চি চাপে ও ০°শ উষ্ণতায় বরফ দ্রবীভূত হয়। এইরূপে ৩০ ইঞ্চি চাপে ও ১১১°শ উষ্ণতায় গন্ধক ; ৩০ই ইঞ্চি চাপে ও ৩২৫°শ উষ্ণতায় সীসক ; এবং ৩০ ইঞ্চি চাপে ও ১২৫০°শ উষ্ণতায় সুবর্ণ দ্রবীভূত হয়।

১১। **তরল পদার্থের প্রচ্ছন্ন তাপ**।—একটি শতাংশিক তাপমান যন্ত্রের কন্দ কিঞ্চিৎ অতিশীতল বরফ চূর্ণ মধ্যে নিমজ্জিত করিলে, যন্ত্রমধ্যস্থ পারদ ০°শ অংশের অনেক নিম্নে পড়ে। এ অবস্থায়, ঐ বরফচূর্ণে তাপ প্রয়োগ করিলে, অন্যান্য কঠিন পদার্থের ন্যায় সেই বরফও উষ্ণ হইতে থাকে, কিন্তু উহার উষ্ণতা (০°) শূন্য তাপাংশের অধিক হয় না। অনন্তর সেই বরফে আরও অধিক তাপ প্রয়োগ করিতে থাকিলে, উহা দ্রব হইয়া জলে পরিণত হয়, কিন্তু সমস্ত বরফ দ্রবীভূত না হওয়া পর্য্যন্ত ঐ বরফজলের উষ্ণতা কদাচ ০° তাপাংশের অধিক হয় না। ০° শূন্য অংশ উষ্ণ বরফ, ০০ অংশ উষ্ণ জলে পরিবর্ত্তিত হইতে যে পরিমিত তাপ ব্যয়িত হয়, তাপমান যন্ত্র দ্বারাও তাহার অস্তিত্ব অনুভূত হয় না, এজন্য উহাকে জলের প্রচ্ছন্ন তাপ বলে। এইরূপে যাবতীয় কঠিন পদার্থে তাপ প্রযুক্ত হইলে, ঐ তাপের কিয়দংশ সেই কঠিন পদার্থকে উষ্ণ করিতে, এবং অবশিষ্ট অংশ উহাকে তরলভাবাপন্ন করিতে ব্যয়িত হয়। যে পরিমিত

তাপ সেই পদার্থকে তরল ভাবাপন্ন মাত্র করিতে ব্যয়িত হয়, তাহাকে সেই তরলভাবাপন্ন পদার্থের প্রচ্ছন্ন তাপ কহে। বলা বাহুল্য যে, সকল প্রকার তরল পদার্থের অন্তর্গত প্রচ্ছন্ন তাপের পরিমাণ এক সমান নহে। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, এক সের বরফ দ্রব করিতে যে পরিমিত তাপের আবশ্যক, তাহার প্রভাবে এক সের বরফজল ৭৯° শ অংশ কিংবা ৭৯ সের বরফজল ১° শ অংশ উষ্ণ হয়। সুতরাং এক সের বরফ দ্রব করিতে যে পরিমিত তাপ ব্যয়িত হয়, তাহার পরিমাণ ৭৯, অর্থাৎ জলের প্রচ্ছন্ন তাপ ৭৯। এইরূপে স্থিরীকৃত হইয়াছে যে, তরলভাবাপন্ন রৌপ্যের প্রচ্ছন্ন তাপ ২১, টিনের ১৪, ইত্যাদি।

১২। বাষ্প বা বায়বীয় পদার্থের প্রচ্ছন্ন তাপ।—তাপ প্রয়োগে বরফ দ্রবীভূত করিয়া সেই বরফজলে পুনর্ব্বার তাপ দিতে থাকিলে, উহার উষ্ণতা ১০০°শ অংশ পর্য্যন্ত বৃদ্ধি পাইয়া আর বৃদ্ধি পায় না। ১০০°শ অংশ উষ্ণতায় সেই জল ফুটিয়া উঠে। ফুটন্ত জল তাপ পাইলে বাষ্প হইতে থাকে, কিন্তু এ অবস্থায় উহার উষ্ণতা আর বৃদ্ধি পায় না। এতদ্দ্বারা স্পষ্ট প্রতীতি হইতেছে যে, জল ফুটিয়া উঠিলে, উহাতে যে পরিমিত তাপ প্রযুক্ত হয়, তাহা ঐ ফুটন্ত জলকে বাষ্পাকারে পরিবর্ত্তিত করিতে ব্যয়িত হয়। তাপমান যন্ত্র দ্বারাও এই তাপের অস্তিত্ব অনুভূত হয় না, এজন্য উহাকে বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ বলা যায়। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, একসের ফুটন্ত জলকে বাষ্পাকারে পরিবর্ত্তিত করিতে যে পরিমিত তাপের আবশ্যক, তাহার প্রভাবে ৫৩৭ সের বরফ জল ১°শ অংশ মাত্র উষ্ণ হয়। এজন্য বলা হইয়া থাকে, জলীয় বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপ ৫৩৭।

১৩। **জলের প্রচ্ছন্ন তাপের কার্য্যকারিতা।**—বরফ দ্রবণকালে যে পরিমিত তাপ বরফজল মধ্যে প্রচ্ছন্নভাবে অবস্থিতি করে, জল জমিয়া আবার বরফ হইবার সময়ে ঠিক সেই পরিমিত তাপ প্রকাশ পায়; সুতরাং শীতপ্রধান দেশসমূহে জল জমিয়া বরফ হইতে আরম্ভ হইলে, জলের অন্তর্গত প্রচ্ছন্ন তাপ প্রকাশ পাইয়া সেই প্রদেশের দারুণ শীতের আতিশয্য কিয়ৎ পরিমাণে প্রশমিত করে। আবার অত্যল্পমাত্র তাপপ্রভাবে বরফ দ্রবীভূত হয় না, এবং বরফে অধিক পরিমিত তাপ প্রয়োগ করিতে অধিক সময়ের আবশ্যক, এজন্য গ্রীষ্মকালে, সূর্য্যের প্রখর কর প্রভাবে, একেবারে জগতের সমস্ত তুষাররাশি বিগলিত হয় না। প্রকৃতির এই সুনিয়ম না থাকিলে, গ্রীষ্মের প্রারম্ভে সমস্ত তুষাররাশি বিগলিত হইয়া জগতের স্থল-ভাগের অধিকাংশ প্রদেশ জলপ্লাবিত হওয়ায় বাসের অনুপযোগী হইয়া থাকিত।

১৪। **বাষ্পের প্রচ্ছন্ন তাপের উপকারিতা।** জল প্রভৃতি তরল পদার্থ সমধিক পরিমাণে তাপ না পাইলে, এবং তাপ পাইবামাত্রই, একেবারে বাষ্পাকার ধারণ করে না বলিয়া, আমাদের রন্ধনাদি সমস্ত কার্য্য সুসম্পন্ন হইয়া থাকে। অন্যথা, তাপ প্রাপ্তি মাত্রই যদি সমস্ত জল বাষ্প হইয়া যাইত, তাহা হইলে রন্ধনাদি কার্য্য সুসিদ্ধ হওয়া দূরে থাকুক, বাষ্পীয় যানাদির সৃষ্টি হইত না, পৃথিবীস্থ সুবিস্তীর্ণ জলরাশি সৌরকরস্পর্শে একেবারে অদৃশ্য বাষ্পাকার ধারণ করিয়া থাকিত, সুতরাং জল বিনা বসুন্ধরা নিষ্ফলা ও প্রাণিসমাগমশূন্য বিস্তীর্ণ মরু ভূমিতে পরিণত হইত।

১৫। **উৎসেচন ও উচ্ছোষণ।** Ebullition and

Evaporation.—ইতিপূর্ব্বে বলা গেল যে, ফুটন্ত জল তাপ প্রভাবে বাষ্পাকারে পরিবর্ত্তিত হয়; কিন্তু জল ফুটিয়া না উঠিলে, তাহা হইতে যে একেবারে বাষ্প উত্থিত হয় না, এমত নহে। সকলেই জানেন যে, কোনও জলপূর্ণ পাত্র অগ্নির উপরে স্থাপিত হইলে, ফুটিবার অনেক পূর্ব্বেই তাহা হইতে বাষ্প উত্থিত হয়। আমাদের পরিধেয় আর্দ্র বস্ত্র রৌদ্রে দিলে বা বাতাসে ছড়াইয়া রাখিলে শুষ্ক হয়, অর্থাৎ যে জল সেই বস্ত্রকে সিক্ত করিয়া রাখিয়াছিল, তাহা বাষ্পাকারে উড়িয়া যায়। সমুদ্র, হ্রদ, নদী প্রভৃতির উপরিভাগ হইতে সততই বাষ্প উত্থিত হইতেছে। অতএব দেখা যাইতেছে যে, ফুটন্ত বা অফুটন্ত এই দুই প্রকার জল হইতেই বাষ্প উত্থিত হয়; কিন্তু ফুটন্ত জলের সর্ব্বত্র হইতে ও অধিক পরিমাণে, এবং অফুটন্ত জলের কেবলমাত্র উপরিভাগ হইতে ও অল্প পরিমাণে, বাষ্প উত্থিত হইয়া থাকে। ইহার কারণ এই যে, ফুটন্ত জলে তাপপ্রযুক্ত হইলে, সেই সমস্ত তাপই সেই জলকে বাষ্পাকারে পরিবর্ত্তিত করিতে ব্যয়িত হয়, পক্ষান্তরে অফুটন্ত জলে যে তাপ প্রযুক্ত হয়, তাহার কিয়দংশ, জল উষ্ণ করিতে ও কিয়দংশ উহাকে বাষ্পাকারে পরিবর্ত্তিত করিতে ব্যয়িত হয়। যে প্রক্রিয়া প্রভাবে অফুটন্ত জল হইতে বাষ্প উত্থিত হয়, তাহাকে উচ্ছোষণ (evaporation), এবং যাহার প্রভাবে ফুটন্ত জল হইতে বাষ্প উত্থিত হয়, তাহাকে উৎসেচন (ebullition) বলা যাইতে পারে।

১৬। **বাষ্পের প্রসারণ বল।**—বায়ুর ন্যায় বাষ্পেরও চাপ আছে। এই বাষ্পীয় চাপকে উহার প্রসারণ বল কহে। কোনও তরল পদার্থ হইতে সমুত্থিত বাষ্পের

প্রসারণ বল যখন তদুপরিস্থ বায়বীয় চাপের সমান হয়, তখনই সেই তরল পদার্থ ফুটিয়া উঠে।

১৭। ফুটনবিন্দু পদার্থের প্রকৃতি ও চাপ সাপেক্ষ।—সকল দেশে, সকল সময়েই, সাগরপৃষ্ঠ-সমতল-ক্ষেত্রে, অর্থাৎ ৩০ ইঞ্চি পারদের ভারের সমান বায়বীয় চাপে, ১০০°শ অংশ উষ্ণ হইলেই, জল ফুটিয়া উঠে। এই প্রকারে ৩০ ইঞ্চি চাপে, ৩৪°শ উষ্ণ হইলে, ইথর, * এবং ৭৮°শ অংশ উষ্ণ হইলে, আলকোহল ফুটিতে থাকে। চাপের ন্যুনাধিক্য হইলে, এই সকল তরল দ্রব্যের ফুটনবিন্দুর হ্রাস বৃদ্ধি হয়; অর্থাৎ ৩০ইঞ্চি চাপে যে বস্তু যে পরিমিত উষ্ণতায় ফুটে, উহা তদপেক্ষা কম চাপে, কম পরিমিত উষ্ণতায়, এবং অধিক চাপে, অধিক পরিমিত উষ্ণতায়, ফুটে। এজন্য ইথর পূর্ণ একটি পাত্র, বায়ুনিষ্কাশন যন্ত্রের আবরণ মধ্যে স্থাপিত হইলে, সেই আবরণের মধ্যস্থিত বায়ু কিয়ৎ পরিমাণে নিরাকৃত হইবামাত্র, বিনা তাপ সম্পাতেই, ইথর ফুটিয়া উঠে। আবার একটি কাচের ফুঁক শিশির অর্দ্ধাংশ জলে পূর্ণ করিয়া, অগ্নির উত্তাপে সেই শিশির অভ্যন্তরস্থ জল ফুটাইলে, শিশির অপরার্দ্ধাংশ জলীয় বাষ্পে পূর্ণ হয়। অনন্তর একটি ছিপি দ্বারা ঐ শিশির মুখ বন্ধ করিয়া এবং ঐ শিশিটি উল্টাইয়া ধরিয়া তাহাতে শীতল জলের প্রক্ষেপ দিলে, সেই শিশির জল পুনর্ব্বার ফুটিয়া উঠে।

* আলকোহল ও মহাদ্রাবক (Sulphuric Acid) এই দুই দ্রব্য মিশ্রিত করিয়া চোয়াইলে যে এক প্রকার আরক হয় তাহাকে ইথর কহে। পাঠকবর্গের স্মরণ রাখা কর্ত্তব্য যে এই ইথর, বিশ্বব্যাপী অতীন্দ্রিয় ইথর নহে।

ইহার কারণ এই যে, শিশিটি উল্টাইয়া রাখিবামাত্র, উহার অভ্যন্তরস্থ জলীয় বাষ্পের চাপ প্রভাবে, অগ্নিকুণ্ড হইতে স্থানান্তরিত হইবার পরক্ষণ হইতে শিশির মধ্যস্থিত জল ফুটিতে পারে নাই; কিন্তু, শিশির উপরিভাগে শীতল জলের প্রক্ষেপ দিবামাত্র, উহার অভ্যন্তরস্থ বাষ্পের কিয়দংশ তরলভাবাপন্ন হওয়ায় বাষ্পীয় চাপের কিঞ্চৎ হ্রাস হয়, সুতরাং অপেক্ষাকৃত অল্প উষ্ণতাতেই জল ফুটিয়া উঠে। পর্ব্বতের উপরিভাগে বায়বীয় চাপের অত্যল্পতা প্রযুক্তই তথায় অল্প উষ্ণতায় জল ফুটিয়া উঠে, এবং আকর প্রদেশে বায়বীয় চাপের আধিক্য হেতু, তথায় জল অধিকতর উষ্ণ না হইলে কখনই ফুটিয়া উঠে না।

১৮। তরল পদার্থ হইতে কখনও অধিক কখনও বা অল্প পরিমাণে বাষ্প উত্থিত হয়।—তাপ পাইলে, কিংবা বায়ু নিরাকৃত স্থলে, অথবা সচল বায়ু মধ্যে স্থাপিত হইলে, তরল পদার্থ হইতে অধিক পরিমাণে বাষ্প উত্থিত হয়। নিশ্চল বায়ু অত্যল্প সময়ের মধ্যেই বাষ্পময় হওয়ায় অধিকতর বাষ্পোদ্গমের অন্তরায় হয়।

১৯। বাষ্পোদ্গম বা উচ্ছোষণ প্রক্রিয়া তাপপরিশোষক।—কোনও তরল বস্তু হইতে বাষ্প উত্থিত হইতে থাকিলে, উহা সেই তরল বস্তু হইতে তাপ পরিশোষণ করে, এজন্য অন্যত্র হইতে তাপ না পাইলে, উহার উষ্ণতা হ্রাস হইয়া আইসে। ওডিকলন, ল্যাভেণ্ডার, ইথর প্রভৃতি বাষ্প-পরিণামশীল বস্তু সংস্পর্শে শরীর সুশীতল হয়; কারণ ঐ ঐ পদার্থ বাষ্পে পরিণত হইবার সময়ে শরীর হইতে তাপ পরিশোষণ করে। বাষ্প, তাপ-পরিশোষক বলিয়াই বৃষ্টির পরে ভূমি ও

বায়ু, এবং গ্রীষ্মকালে মৃণ্ময় কলসী, কুজা প্রভৃতির জল শীতল হয় *।

২০। ভ্রষ্ট ও বিশুদ্ধ জল।—সচরাচর নদী, তড়াগ, সরোবরাদির জল নানাবিধ পদার্থে বিমিশ্রিত থাকায় দূষিত হয়।' বাষ্পে বা বরফে পরিণত হইবার সময়ে ঐ সকল পদার্থ জল হইতে বিমুক্ত হয়; সুতরাং বাষ্প শীতল ও ঘনীভূত হইয়া এবং বরফ দ্রবীভূত হইয়া যে জল হয় তাহাই বিশুদ্ধ। এজন্য বরফ ও বৃষ্টির জলের ন্যায় বিশুদ্ধ জল আর পাওয়া যায় না। ঔষধাদির জন্য বিশুদ্ধ জলের আবশ্যক হইলে, সাধারণতঃ জলাশয়াদির জল বকযন্ত্র দ্বারা চোয়াইয়া লওয়া হইয়া থাকে।

২১। বৈশেষিক তাপ। (Specific heat).—পদার্থ সকল উষ্ণ হইবার সময়ে, এবং উষ্ণ হইয়া অবস্থান্তর প্রাপ্তি কালে, কিয়ৎ পরিমাণে তাপ গ্রহণ করে। এক জাতীয় সমান পরিমিত সকল পদার্থই, এক সমান উষ্ণ হইতে, এক সমানপরিমিত তাপ গ্রহণ করে, কিন্তু ভিন্ন জাতীয় সমান পরিমিত পদার্থ সকল, এক সমান উষ্ণ হইতে, ভিন্ন ভিন্ন পরিমিত তাপ গ্রহণ করে। সমান পরিমিত দ্রব্য সকল এক সমান উষ্ণ হইতে, দ্রব্য বিশেষে, বিশেষ বিশেষ পরিমিত তাপ গ্রহণ করে,

* বৃষ্টিসম্ভূত জলীয় কণাসমষ্টি ভূমি ও বায়ু হইতে তেজ গ্রহণ পূর্ব্বক বাষ্পাকার ধারণ করে, এজন্য বৃষ্টির পরে ভূমি ও বায়ু শীতল হয়; এবং সচ্ছিদ্রতা প্রযুক্ত মৃৎপাত্রাদির ছিদ্র দিয়া জলকণা সকল বহির্গত হইয়া বাষ্পাকার পরিগ্রহ কালে অভ্যন্তরস্থ জল হইতে তাপ শোষণ করে, এজন্য উহাদের অভ্যন্তরস্থ জল সুশীতল হয়।

এজন্য এপ্রকার স্থলে, যে দ্রব্য যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহাকে সেই পদার্থের বৈশেষিক তাপ কহে। কোনও পদার্থ তাপ-মানযন্ত্রের এক অংশ মাত্র উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহাই সেই পদার্থের বৈশেষিক তাপ। সচরাচর একসের পরিমিত বরফ-জল এক অংশ মাত্র উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহাকে একক স্বরূপ ধরিয়া এবং তাহার সহিত তুলনা করিয়া, অন্যান্য যাবতীয় পদার্থের বৈশেষিক তাপ প্রকাশিত হইয়া থাকে। পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, একসের বরফ জল, এক অংশ উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহার প্রভাবে, ৯ সের লৌহ, ১১সের দস্তা, এবং ৩০সের পারদ বা সুবর্ণ এক অংশ উষ্ণ হয়। অতএব একসের জল এক অংশ উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহার $\frac{১}{৯}$ অংশ তাপ পাইলে একসের লৌহ, $\frac{১}{১১}$ অংশ তাপ পাইলে এক সের দস্তা, এবং $\frac{১}{৩০}$ অংশ তাপ পাইলে একসের পারদ বা সুবর্ণ এক অংশ উষ্ণ হয়। সুতরাং একসের জল এক অংশ উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহা ১ সংখ্যা দ্বারা প্রকাশিত হইলে, একসের লৌহ এক অংশ উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, তাহা $\frac{১}{৯}$ সংখ্যা দ্বারা, একসের দস্তা এক অংশ উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে তাহা $\frac{১}{১১}$ সংখ্যা দ্বারা, এবং একসের পারদ বা সুবর্ণ এক অংশ উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে তাহা $\frac{১}{৩০}$ সংখ্যা দ্বারা প্রকাশিত হইবে। অর্থাৎ জলের বৈশেষিক তাপ ১ হইলে, লৌহের বৈশেষিক তাপ $\frac{১}{৯}$, দস্তার $\frac{১}{১১}$, এবং

পারদের বা সুবর্ণের $\frac{১}{৩০}$ হয়। এস্থলে ইহাও দেখা যাইতেছে যে, জলের বৈশেষিক তাপ সর্ব্বাপেক্ষা অধিক, অর্থাৎ কিয়ৎ পরিমিত জল কোনও নির্দ্দিষ্ট অংশ পর্য্যন্ত উষ্ণ হইতে যে পরিমিত তাপ গ্রহণ করে, সেই পরিমিত অন্যান্য পদার্থ, সেই অংশ পর্য্যন্ত উষ্ণ হইতে তদপেক্ষা অনেক অল্প পরিমিত তাপ গ্রহণ করে।

২২। একাধিক পদার্থের সংমিশ্রণে শৈত্যের উৎপত্তি।—একাধিক পদার্থ রাসায়নিক প্রক্রিয়া প্রভাবে সম্মিলিত হইলে নিঃসংশয়ে তাপের উৎপত্তি সাধন করে; কিন্তু কখনও কখনও একাধিক পদার্থের একত্র সংমিশ্রণে শীতলতার উৎপত্তি হয়। কিয়ৎ পরিমিত বরফজলে কিঞ্চিৎ লবণ মিশ্রিত করিয়া তন্মধ্যে একটি তাপমান যন্ত্র নিমজ্জিত করিলে দেখা যায় যে, সেই মিশ্র পদার্থ পূর্ব্বাপেক্ষা অনেক শীতল হইয়াছে। এইরূপে জলের সহিত মিছরি বা চিনি দ্রবকরিয়া সরবত প্রস্তুত করিলে, তাহাও পূর্ব্বাপেক্ষা অনেক শীতল হয়। আবার দুইটি ভিন্ন জাতীয় কঠিন দ্রব্য একত্রিত হওয়ায় দ্রবীভূত হইলে, উহা পূর্ব্বাপেক্ষা অনেক শীতল হয়। কঠিন বস্তু সকল তরল ভাবাপন্ন হইবার সময়ে উহার অন্তর্গত তাপ প্রচ্ছন্ন হওয়াতেই এ প্রকার ব্যাপার সংঘটিত হইয়া থাকে।

২৩। তাপ সঞ্চালন।—সকলেই জানেন যে উষ্ণ বস্তু সকল কখনও বরাবর এক সমান উষ্ণ থাকে না; পরন্তু উহাদের তাপ চারিদিকে সঞ্চালিত হওয়ায় উহারা ক্রমে শীতল হইয়া আইসে। অবস্থাভেদে, পরিচালন, পরিবাহন ও বিকিরণ, এই তিনের কোনও না কোনও প্রকারে এক স্থানের তাপ স্থানান্তরে, কিংবা এক দ্রব্যের তাপ দ্রব্যান্তরে নীত হইয়া থাকে।

(ক) **পরিচালন। Conduction.**—লৌহ বা অন্য কোনও ধাতু-নির্ম্মিত একটি শলাকার এক প্রান্ত অগ্নি মধ্যে প্রবিষ্ট হইলে, অচিরে সেই শলাকার অপর প্রান্ত পর্য্যন্ত তাপ পরিচালিত হওয়ায়, উহা উষ্ণ হইয়া উঠে। যে ক্রিয়া প্রভাবে এ প্রকারে কোনও পদার্থের এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্য্যন্ত তাপ পরিচালিত হয়, তাহাকে পরিচালন কহে; এবং যে গুণ থাকায় পদার্থের অণু সকল পূর্ব্বোক্ত প্রকারে তাপ সঞ্চালন করে, তাহাকে পরিচালকতা কহে। এ গুণটি সকল পদার্থে এক সমান দৃষ্ট হয় না। তরল ও বায়বীয় দ্রব্য অপেক্ষা কঠিন দ্রব্য সকল সমধিক তাপসঞ্চালক; এবং কঠিন দ্রব্যের মধ্যে ধাতুর ন্যায় তাপ-সঞ্চালক আর নাই। ধাতুর মধ্যে আবার রজতে এই গুণটি সর্ব্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে লক্ষিত হয়। কাষ্ঠ, অঙ্গার প্রভৃতি পদার্থ অত্যল্পমাত্র তাপ-সঞ্চালক, এজন্য জ্বলন্ত অঙ্গার বা জ্বলন্ত কাষ্ঠের যে ভাগে অগ্নি জ্বলিতে থাকে, তাহার অতি সন্নিকট প্রদেশও অনায়াসে হস্ত দ্বারা ধরিতে পারা যায়। রেশম, পশম, কার্পাস প্রভৃতি পদার্থে পরিচালকতা গুণটি এত অল্প পরিমাণে দৃষ্ট হয় যে, উহাদিগকে অপরিচালক বলিলেও বলা যাইতে পারে। এই সকল অপরিচালক বস্তু দ্বারা শীতবস্ত্র প্রস্তুত হইলে, উহারা শীত নিবারণে বিলক্ষণ উপযোগী হয়, কারণ শরীরাভ্যন্তরস্থ তেজ উহাদের অপরিচালকতা হেতু বাহিরে যাইতে পারে না। কম্বলে জড়াইয়া রাখিলে যে বরফ গলিতে বিলম্ব হয়, তাহার কারণ এই যে, কম্বলের অপরিচালকতা গুণ নিবন্ধন, উহার অভ্যন্তরে বাহিরের তাপ প্রবিষ্ট হইতে পারে না।

(খ) **পরিবাহন। Convection.**—তরল ও বায়বীয়

পদার্থ সকল তাপের সঞ্চালক নয় বলিয়া, কোনও জলপূর্ণ পাত্রের ঊর্দ্ধ দেশে তাপ প্রয়োগ করিলে, সেই পাত্রস্থ ঊর্দ্ধদেশের জল ব্যতীত, সমস্ত জল উষ্ণ হয় না। কিন্তু সেই পাত্রের নিম্নে তাপ প্রয়োগ করিলে, নিম্নদেশের জল উষ্ণ হইয়া লঘু হওয়ায় উপরে উঠে, এবং উপরের শীতল ও ভারী জল নিম্নে অবতরণ করে ও তথায় তাপ পাইয়া উষ্ণ হয় ও উপরে উঠে। এইরূপে বারংবার ঊর্দ্ধ ও অধঃ, এই উভয় প্রকার প্রবাহ দ্বারা অচিরে পাত্রস্থ সমস্ত জল উষ্ণ হইয়া উঠে। তরল ও বায়বীয় বস্তু সকল দ্বারা পূর্ব্বোক্ত প্রকারে অধোদেশ হইতে ঊর্দ্ধ দেশে তাপ পরিবাহিত হয় বলিয়া, এপ্রকারে তাপের সঞ্চালনকে পরিবাহন বলে। জগতে প্রাকৃতিক পরিবাহন প্রক্রিয়ার অনেক দৃষ্টান্ত দৃষ্ট হইয়া থাকে। শীতপ্রধান দেশের সুবিস্তীর্ণ জলাশয়াদির উপরিভাগের জল, শীত প্রভাবে শীতল ও ভারী হওয়ায় নিম্নে নামিতে থাকে, এবং নিম্নস্থ কিঞ্চিদুষ্ণ ও লঘু জল উপরে উঠিয়া শীতল ও ভারী হয় এবং নিম্নে অবতরণ করে। এইরূপে সমস্ত জলাশয়ের জল শীতল হইয়া আইসে, কিন্তু উপরিভাগ ব্যতীত, উহার অন্যান্য অংশের উষ্ণতা ৪°শ অংশের ন্যূন হয় না; কারণ উপরিভাগের জলের উষ্ণতা ৪°শ অংশের ন্যূন হইতে আরম্ভ হইলে, ঐ জল সঙ্কুচিত না হইয়া প্রসারিত হইতে থাকে, এবং এজন্য অধোদেশের জল অপেক্ষা লঘু হওয়ায় নিম্নগামী না হইয়া উপরিভাগেই ভাসিতে থাকে। পরিশেষে, এই উপরিভাগের জল অধিকতর হিম হইলে বরফে পরিণত হয়, কিন্তু অধোদেশস্থ জল ৪°শ অংশ পর্য্যন্ত উষ্ণ রহিয়া যায়। যদি বরফ, জল অপেক্ষা লঘু বলিয়া, জলের উপরে না ভাসিত, তবে

সমগ্র জলাশয়ের জল জমিয়া বরফ হইত, এবং মৎস্যাদি জলজন্তু সকল আর তথায় জীবন ধারণ করিতে পারিত না। সমুদ্রের স্রোত এবং বায়ু প্রবাহও এই পরিবাহন ক্রিয়া সমুৎপন্ন। পৃথিবীর নিরক্ষপ্রদেশেস্থ বায়ুরাশি উত্তাপের আতিশয্য বশতঃ তদ্দেশে ঊর্দ্ধে উত্থিত হইয়া, ঊর্দ্ধ প্রবাহে সুমেরু ও কুমেরু প্রদেশে প্রচালিত হয়, এবং তথায় শীত প্রভাবে শীতল ও ভারী হইয়া পুনর্ব্বার ভূপৃষ্ঠ দিয়া প্রবাহিত হইয়া নিরক্ষপ্রদেশে আসিয়া উপস্থিত হয়।

(গ) বিকিরণ। Radiation.—পরিচালন ও পরিবাহন এই উভয়বিধ প্রক্রিয়া প্রভাবে এক দ্রব্য হইতে দ্রব্যান্তরে তাপ সঞ্চালিত হইতে হইলে, উভয়বিধ দ্রব্যের সহিত পরস্পর সংযোগ থাকা আবশ্যক। কিন্তু এপ্রকার সংযোগ না থাকিলেও এক দ্রব্য হইতে দ্রব্যান্তরে তাপ সঞ্চালিত হইয়া থাকে। যে প্রক্রিয়া প্রভাবে অসংযুক্ত পদার্থ সকলের মধ্যে তাপের বিনিময় হয় তাহাকে বিকিরণ কহে। ইহার প্রভাবে, উষ্ণ বস্তু সকল বরাবর এক সমান উষ্ণ না থাকিয়া ক্রমে শীতল হইয়া আইসে, দূর হইতে অগ্নিকুণ্ডের তেজ আমাদের বিলক্ষণ অনুভূত হয়, এবং সুদূরে অবস্থিত সূর্য্য হইতে পৃথিবী ও অন্যান্য গ্রহমণ্ডলী তদীয় তেজ লাভ করে। বিকিরণ প্রভাবে এক দ্রব্যের তাপ অন্য দ্রব্যে যে সকল সরল রেখানুক্রমে গতায়াত করে, তাহাদিগকে কিরণ কহে। পথিমধ্যে কোনও দ্রব্য দ্বারা অবরুদ্ধ না হইলে ঐ কিরণের তেজ প্রকাশ পায় না। এক খণ্ড জ্বলন্ত অঙ্গার অগ্নিকুণ্ড হইতে স্বতন্ত্র করিয়া এ বিষয় অনায়াসে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে।

২৪। সকল অবস্থায় তাপের বিকিরণ এক

সমান হয় না।—পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, সাদা রঙের বস্তু অপেক্ষা কাল রঙের বস্তু হইতে, পালিস প্রাপ্ত দ্রব্য অপেক্ষা খস খসে দ্রব্য হইতে, এবং ধাতু দ্রব্য অপেক্ষা মৃৎপাত্র হইতে, অধিক পরিমাণে তাপের বিকিরণ হয়। এজন্য, গরম দুগ্ধ বা জল, কাল পাথরের বাটীতে রাখিলে, অতি সত্বর শীতল হয়, কিন্তু কাঁসার বা পিত্তলের বাটীতে রাখিলে অনেকক্ষণ পর্য্যন্ত গরম থাকে।

২৫। **তৈজস কিরণ সকল কোনও বস্তু দ্বারা প্রতিফলিত কোনও বস্তু দ্বারা বা পরিশোষিত হয়।**—উষ্ণ দ্রব্য হইতে চারিদিকে যে সকল তৈজস কিরণ বিকীর্ণ হইতে থাকে, তাহা কোনও কোনও দ্রব্যের অভ্যন্তরে অনায়াসে প্রবেশ করিতে পারে, আর কোনও কোনও দ্রব্যের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিতে না পারিয়া প্রতিফলিত হয় ও অন্যদিকে গতি বিস্তার করে। ঐ সকল কিরণ কোনও দ্রব্যের অভ্যন্তরে প্রবেশ করিলে, দ্রব্য বিশেষ কর্ত্তৃক পরিশোষিত হয়, অথবা পরিশোষিত না হইলে, তদভ্যন্তর হইতে বিনির্গত হইয়া সরল রেখানুক্রমে চলিয়া যায়। একটি কাল পাথর-বাটী ও একটি পিত্তল-বাটী, কোনও এক অগ্নিকুণ্ডের সমদূরে স্থাপিত হইলে, পাথর-বাটীটি, পিত্তল-বাটীর অপেক্ষা প্রতিক্ষণে কিঞ্চিৎ অধিক উষ্ণ হইতে থাকে। অগ্নিকুণ্ড হইতে সমদূরবর্ত্তী থাকায়, পাথর-বাটী ও পিত্তল-বাটী সম পরিমাণ তৈজস কিরণ প্রাপ্ত হয়, কিন্তু পাথর-বাটী কর্ত্তৃক ঐ কিরণ পরিশোষিত এবং পিত্তল-বাটী কর্ত্তৃক প্রতিফলিত হওয়ায়, ঐ দুইটি বাটীতে উষ্ণতার হ্রাস বৃদ্ধি অনুভূত হয়। এস্থলে ইহাও দেখা যাইতেছে যে, কালী, প্রস্তর, মৃত্তিকা প্রভৃতি যে

সকল পদার্থ হইতে সমধিক পরিমাণে তাপ বিকীর্ণ হয়, তাহারাই আবার সমধিক পরিমাণে তাপ পরিশোষণ করে; আর ধাতু প্রভৃতি যে সকল পদার্থ দ্বারা কিরণ প্রতিফলিত হয়, তাহারা সমধিক পরিমাণে তাপ পরিশোষণ করিতে পারে না। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে যে তাপ-বিকিরক * বস্তুমাত্রই তাপ-পরিশোষক, এবং যে সকল বস্তু সম্যক প্রকারে তাপ পরিশোষণ করে না, তাহারা তাপবিকিরকও হয় না।

২৬। **দ্রব্য সকল কিসে উষ্ণ, কিসে বা শীতল হয়।**—দ্রব্য সকল যে কেবলমাত্র শীতল দ্রব্য সংস্পর্শে শীতল ও উষ্ণ দ্রব্য সংস্পর্শে উষ্ণ হয় এমত নহে; তেজের বিকিরণ শক্তি থাকা হেতু কোনও পদার্থ

---

* যে কোনও দ্রব্য স্বকীয় তাপ বা আণবিক আন্দোলন অন্য পদার্থে প্রদান করিয়া উহাকে উত্তপ্ত করে এবং স্বয়ং শীতল হয় তাহাকে তাপবিকিরক কহে; আর যে পদার্থ অন্য পদার্থ সকল হইতে তাপ লাভ করিয়া স্বয়ং উত্তপ্ত হয় তাহাকে তাপ-পরিশোষক কহে। বিশুদ্ধ বায়ু তাপ পরিশোষক নহে, কিন্তু জলীয় বাষ্প তাপ পরিশোষক। এজন্য সৌর তেজ ঊর্দ্ধদেশের বায়ুর অভ্যন্তর দিয়া অনবরত আসা সত্ত্বেও বায়ু উত্তপ্ত হয় না, কিন্তু অধোদেশের বায়ু বাষ্পে বিমিশ্র থাকে বলিয়া উষ্ণ হয়। আবার পৃথিবী বিলক্ষণ তাপ পরিশোষক, এজন্য উহা সৌর-তেজে বিলক্ষণ উত্তপ্ত হয়। পৃথিবী হইতে অন্তরীক্ষে আবার যে তেজ বিকীর্ণ হয়, তাহার অধিকাংশই জলীয়-বাষ্পবিমিশ্র অধোদেশের বায়ু কর্তৃক পরিশোষিত হয়। যে অত্যল্পমাত্র তেজ ঊর্দ্ধে উঠিতে পারে, তাহা ঊর্দ্ধ দেশের শুষ্ক বায়ুকে উষ্ণ করিতে পারে না, এজন্য সাধারণতঃ ঊর্দ্ধ দেশের বায়ু শীতল, এবং অধোদেশের বায়ু উষ্ণ, অনুভূত হয়। এই কারণেই গিরিশৃঙ্গ প্রভৃতি অতিতুঙ্গ প্রদেশসমূহ তুষারের আকর হইয়া থাকে।

দূরস্থিত তেজোময় পদার্থের তেজ পরিশোষণ করিয়া উষ্ণ, এবং সেই তেজ বিকিরণ করিয়া শীতল হইয়া থাকে। আমাদের পৃথিবী প্রতিদিন দিবাভাগে সৌরকর পরিশোষণ করিয়া উষ্ণ, এবং রাত্রিকালে ঐ কর নৈশ গগনে বিকিরণ করিয়া শীতল হইয়া থাকে। জগতের যাবতীয় পদার্থ মধ্যেই এইরূপে সতত তেজের বিনিময় হইতেছে। প্রত্যেক পদার্থই প্রতিক্ষণে উহার পার্শ্ববর্ত্তী অন্যান্য পদার্থ সমূহ মধ্যে অল্পই হউক আর অধিকই হউক, তেজ বিকিরণ করিতেছে এবং পার্শ্ববর্ত্তী অন্যান্য পদার্থ বিমুক্ত তেজ পরিশোষণ করিতেছে। কোনও পদার্থ প্রতিমুহূর্ত্তে যে পরিমাণে তেজ বিকিরণ করে, সেই সময়ের মধ্যে যদি তদপেক্ষা অধিক তেজ পরিশোষণ করে, তাহা হইলে উহা উষ্ণ হইয়া আইসে; আর যদি তদপেক্ষা অল্প তেজ পরিশোষণ করে, তাহা হইলে শীতল হইতে থাকে।

২৭। শিশির সঞ্চার।—সৌরকর প্রভাবে পৃথিবীস্থ যাবতীয় জলরাশি হইতে অদৃশ্য জলীয় বাষ্প উত্থিত হইয়া অনুক্ষণ বায়ু রাশির সহিত মিশ্রিত হইতেছে। উষ্ণতার বৃদ্ধি সহকারে বায়ু রাশি মধ্যে অধিক পরিমাণে, এবং উষ্ণতার হ্রাস সহকারে বায়ুরাশি মধ্যে অল্প পরিমাণে, বাষ্প থাকিতে পারে; কিন্তু কোনও নির্দ্দিষ্ট উষ্ণতায়, নির্দ্দিষ্ট পরিমিত বাষ্পের অধিক বাষ্প কখনই বায়ুরাশি মধ্যে থাকিতে পারে না। যখন এই পরিমিত বাষ্প বায়ুরাশি মধ্যে অবস্থিতি করে, তখন বায়ুরাশি, ঐ বাষ্প দ্বারা, পরিষিক্ত হইয়াছে, এইরূপ বলা যাইতে পারে। অনন্তর কোনও কারণ বশতঃ ঐ বাষ্পে পরিষিক্ত বায়ুরাশির উষ্ণতার কিঞ্চিৎ হ্রাস ঘটিলে, উহার কিয়দংশ তরলভাবাপন্ন হয়, এবং অবশিষ্ট

অংশ ঐ বায়ুকে সেই উষ্ণতায় পরিষিক্ত করে। দিবা-ভাগে বায়ুতে যে পরিমিত বাষ্প থাকে, রাত্রিকালে শীতল হইলে তদ্দ্বারা বায়ু যদি পরিষিক্ত হয়, তবে এই বাষ্প পরিষিক্ত বায়ু অপেক্ষা অধিকতর শীতল দ্রব্য সংস্পর্শে উহার অন্তর্গত কিয়দংশ বাষ্প তরলভাবাপন্ন হইয়া শিশির বিন্দুতে পরিণত হয়। বায়ুতে যদি অধিক পরিমাণে বাষ্প থাকে, তবে অল্প মাত্র শীত সম্পাতেই শিশির সঞ্চার হয়; আর যদি উহাতে অল্প পরিমাণে বাষ্প থাকে, তবে অধিক শীত সম্পাত না হইলে শিশির সঞ্চার হয় না। আমাদের দেশে, গ্রীষ্ম কালের দিবাভাগে বায়ু যে পরিমাণে উত্তপ্ত হয়, রাত্রিকালে কিছুতেই সে পরিমাণে শীতল হয় না, এজন্য এদেশে এ কালে শিশির সঞ্চার হয় না। শীতকালে দিবাভাগে আমাদের দেশে বায়ু যে পরিমাণে উত্তপ্ত হয়, রাত্রিকালে তদপেক্ষা অধিক পরিমাণে শীতল হয়, এজন্য শীতকালীন রজনীতে শিশির সঞ্চার ঘটে।

২৮। কোনও কোনও বস্তুর উপরে অধিক পরিমাণে শিশির সঞ্চার হয়।—মৃত্তিকা, কাচ, তৃণ, বৃক্ষপত্র, পশম প্রভৃতি যে সকল বস্তুর তেজবিকিরণশক্তি সমধিক প্রবল থাকায়, উহারা রাত্রিকালে অতিশয় শীতল হয়, তাহাদের উপরেই অধিক পরিমাণে শিশির-সঞ্চার ঘটে। ধাতুপাত্র, উত্তম পালিস প্রাপ্ত দ্রব্য প্রভৃতি যে সকল বস্তুর তেজবিকিরণশক্তি নিতান্ত অল্প থাকা প্রযুক্ত, উহারা রাত্রিকালে অতিশয় শীতল হয় না, তাহাদের উপরে কখনও তাদৃশ শিশির-সঞ্চার ঘটে না।

২৯। কখনও প্রচুর পরিমাণে কখনও বা অল্প পরিমাণে শিশির-সঞ্চার হয়।—মেঘাচ্ছন্ন রজ-

নীতে বা বিস্তৃতশাখাপল্লববিশিষ্ট বৃক্ষমূলে শিশিরসঞ্চার দেখিতে পাওয়া যায় না। ইহার কারণ এই যে, উপরি উক্ত স্থল সমূহে বিকিরণ প্রভাবে ভূপৃষ্ঠ হইতে সমধিক পরিমাণে তেজ অন্তর্হিত হইতে পারে না। নৈশ মৃদু মন্দ সমীরণ প্রবাহে ভূতলস্থ দ্রব্যাদি সমধিক শীতল হয় বলিয়া এরূপ স্থলে প্রচুর পরিমাণে শিশিরসঞ্চার হয়, কিন্তু প্রবল বায়ু বহিতে থাকিলে তদ্বিপরীত ক্রিয়া সম্পন্ন হয়, এজন্য এরূপ স্থলে, প্রায় শিশিরসঞ্চার দেখা যায় না। আবার যখন বায়ুর অন্তর্গত বাষ্প তরল-ভাবাপন্ন হইয়া শিশিরে পরিণত হয়, তখন বায়ুতে অধিক পরিমাণে বাষ্প থাকিলে, অধিক পরিমাণে শিশিরসঞ্চার, এবং বায়ুতে অল্প পরিমাণে বাষ্প থাকিলে, অল্প পরিমাণে শিশিরসঞ্চার হয়।

৩০। তাপের উৎপত্তিস্থল।—(১) সূর্য্যই তাপের সর্ব্বপ্রধান ও আদিকারণ। ভূপৃষ্ঠ সূর্য্য হইতে প্রতি বৎসর যে প্রভূত পরিমাণে তাপ লাভ করে, তাহার প্রভাবে সমগ্র পৃথিবী পরিবেষ্টিত ১০০ ঘন ফুট তুষার অনায়াসে দ্রবীভূত হইতে পারে।

(২) পৃথিবীর অভ্যন্তর হইতেও ভূপৃষ্ঠ বিশিষ্ট পরিমাণে তাপ লাভ করিতেছে। আগ্নেয় গিরির অগ্ন্যুৎপাত, উষ্ণ প্রস্রবণ প্রভৃতি, এই আভ্যন্তরিক তেজের পরিচায়ক। গভীর ভূগর্ত্ত বা খনি মধ্যে প্রবেশ করিলে অধোদেশের তাপের আতিশয্য বিলক্ষণ রূপে অনুভূত হয়।

(৩) ঘর্ষণ, আকুঞ্চন, বিতাড়ন প্রভৃতি কারণেও তাপের উৎপত্তি হয়*।

---

* দ্রব্যাদির পরস্পর ঘর্ষণে যে তাপের উৎপত্তি হয়, তাহা সম্ভবতঃ অনেকেই কাষ্ঠে কাষ্ঠে ঘর্ষণ কালে, কিংবা ছুরি, কাঁচি

(৪) রাসায়নিক প্রক্রিয়া প্রভাবে তাপের উৎপত্তি হয়। সাধারণতঃ আমরা যে কাষ্ঠাদি বা দীপাদি জ্বালাইয়া তেজ ও আলোক লাভ করিয়া থাকি, তাহা রাসায়নিক প্রক্রিয়া সম্ভূত। প্রাণিশরীরাভ্যন্তরস্থ দূষিত পদার্থ সকলের সহিত অম্লজনকের রাসায়নিক সম্মিলন নিবন্ধন সতত জীবিতাবস্থায় শরীরের তাপ সংরক্ষিত হইতেছে।

(৫) তড়িৎও তাপের অন্যতর উৎপত্তিস্থল। বজ্রাগ্নি দ্বারা যে অনেক সময়ে গৃহাদি ভস্মীভূত হইয়া যায়, তাহা হয়ত অনেকে প্রত্যক্ষ করিয়া থাকিবেন।

প্রভৃতি শাণ দিবার সময়ে, প্রত্যক্ষ করিয়াছেন। চাপ প্রভাবে দ্রব্য সকল সঙ্কুচিত হইবার সময়ে যার পর নাই উষ্ণ হইয়া উঠে। চকমকি ও ইস্পাতের পরস্পর সংঘাতে কিংবা নেয়াইয়ের উপর সংস্থাপিত সীসক খণ্ড হাতুড়ি প্রহারে উত্তপ্ত হইয়া চারিদিকে যে সকল অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বিক্ষিপ্ত করিতে থাকে, তাহা অনায়াসে পরীক্ষা করিয়া দেখা যাইতে পারে।

তৃতীয় পরিচ্ছেদ।

আলোক।

১। আলোক ও উহার উৎপত্তিস্থল।—যাহার প্রভাবে জগতের যাবতীয় বস্তু আমাদের নয়নগোচর হয় তাহাকে আলোক কহে। দিবাভাগে যখন সহস্ররশ্মি বিমান হইতে স্বকীয় শুভ্র কিরণজাল বিকিরণ করিতে থাকেন, তখন জগৎ আলোকিত হয়; কিন্তু রাত্রিকালে, তাঁহার অস্তগমনে, ভুবন অন্ধকারাবৃত হইয়া আইসে, সুতরাং সূর্য্যই আলোকের আদি ও মূল কারণ। রাত্রিকালে নক্ষত্রাবলী হইতেও আমরা আলোক লাভ করিয়া থাকি, সুতরাং উহারাও এক প্রকার আলোকের কারণ *। তেজ ও তড়িৎ হইতেও আলোকের উৎপত্তি হয়। এতদ্ব্যতীত, জোনাকী পোকা প্রভৃতি প্রাণী, নানা জাতীয় লতাগুল্ম, এবং গলিত প্রাণী ও উদ্ভিদ্ পদার্থ প্রভৃতি হইতেও আমরা আলোক লাভ করিয়া থাকি।

২। আলোকের প্রকৃতি।—আলোক কোনও পদার্থ নহে, পদার্থের অণুসমষ্টির এক প্রকার আন্দোলন মাত্র। তাপে ও আলোকে কোনও বিশেষ প্রভেদ নাই, তাপাতিশয্যেই আলোকের উদ্ভব হয়। মৃত্তিকানির্ম্মিত কোনও বস্তু অগ্নি সংস্পর্শে উষ্ণ হইয়া চারি দিকে

---

* চন্দ্র, শনি এবং শুক্র প্রভৃতি গ্রহবৃন্দ হইতে আমরা যে আলোক লাভ করি, তাহা উহাদের নিজের আলোক নহে, এজন্য উহাদিগকে আলোকের কারণ মধ্যে নির্দ্দেশ করা যাইতে

তৈজস কিরণ-মালা বিকীর্ণ করিতে থাকে; কিন্তু তাপাতিশয্য না হইলে আলোকের উৎপত্তি হয় না বলিয়া ঐ কিরণ আমাদের নয়নগোচর হয় না। ঐ বস্তুটি অধিকতর উষ্ণ হইতে থাকিলে, প্রথমে লাল হয়, পরে পীত বর্ণ, এবং পরিশেষে মাধ্যাহ্নিক সূর্য্যের ন্যায় শ্বেত বর্ণ ধারণ করে। এস্থলে ইহাও দেখা যাইতেছে যে, কোনও উত্তপ্ত পদার্থ হইতে যে সকল কিরণ রেখা বিকীর্ণ হয়, তাহার কিয়দংশ রঞ্জিত, এবং কিয়দংশ রঞ্জিত নহে। রঞ্জিত কিরণ-মালার নাম আলোক; উহা আমাদের দর্শনেন্দ্রিয়ের গ্রাহ্য। অরঞ্জিত বা অদৃশ্য কিরণমালার নাম তাপ; উহা আমাদের স্পর্শেন্দ্রিয়ের গ্রাহ্য।

৩। সূর্য্যালোক।—রামধনুতে যে সাত প্রকার রঙ দেখিতে পাওয়া যায়, সূর্য্যালোকের কিরণ-রেখাসকলও সেই সাত প্রকার রঙে রঞ্জিত। উহাদের যুগপৎ সম্মিলনে শ্বেত বর্ণের উৎপত্তি হয় বলিয়া সূর্য্যালোক শ্বেত বর্ণ দেখায়।

৪। আলোকের গতির হার বা বেগ।—অনেকেই প্রত্যক্ষ করিয়াছেন যে, আমরা বজ্রনাদ শুনিবার কিয়ৎকাল পূর্ব্বে বজ্রাগ্নি বা বৈদ্যুতিক আলোক দেখিতে পাই। অতএব জীমূত-নির্ঘোষ হইবামাত্রই যে উহার নিনাদ আমাদের শ্রবণগোচর হয় না, তাহা বিলক্ষণ বুঝা যাইতেছে। কিন্তু নিনাদ শুনিবার কিয়ৎকাল পূর্ব্বে বৈদ্যুতিক আলোক দেখিতে পাই বলিয়াই যে উৎপত্তি হইবামাত্র উহা আমাদের নয়নগোচর হয়, এমত নহে। পণ্ডিতেরা পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন যে, শব্দতরঙ্গ অপেক্ষা আলোক-হিল্লোলের বেগ অধিকতর; এজন্য শব্দ ও আলোক এক স্থলে যুগপৎ সমুৎপন্ন হইলেও অগ্রে আমরা আলোক দেখি, এবং পরে শব্দ

শুনিতে পাই। আলোকের বেগ এত অধিক যে, সূর্য্য, পৃথিবী হইতে ৯০,০০০,০০০ নয় কোটি মাইল দূরে অবস্থিত হইলেও, সূর্য্য হইতে পৃথিবীতে আলোক আসিতে প্রায় ৮ মিনিট মাত্র কাল অতিবাহিত হয়। পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত হইয়াছে যে আলোক বা আলোক হিল্লোল প্রতি সেকেণ্ডে ১৮৬,০০০ মাইল পথ পরিভ্রমণ করে *।

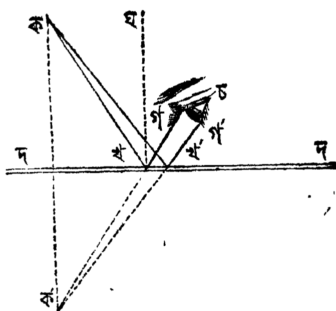
৫। প্রতিবন্ধক হেতু আলোকের অবস্থান্তর প্রাপ্তি।—আলোকময় বস্তুর কিরণমালা উৎপত্তিস্থল হইতে সকল দিকে সরল রেখানুক্রমে বিকীর্ণ হইয়া থাকে। কিন্তু উহাদের গমন পথে কোনও প্রকার প্রতিবন্ধক থাকিলে, তদ্দ্বারা উহারা (১) পরিশোষিত, (২) প্রতিফলিত, বা (৩) বক্রীভূত হয়।

(১) কোনও বস্তু দ্বারা সূর্য্যালোক সর্ব্বতোভাবে পরিশোষিত হইলে, উহা হইতে আলোকের কোনও প্রকার কিরণই বহির্গত হয় না; এজন্য আলোক পরিশোষক বস্তু মাত্রকেই বর্ণহীন দেখায়। যাহার কোনও বর্ণ নাই, তাহাকে কৃষ্ণবর্ণ বলে, এজন্য আলোক-পরিশোষক বস্তু মাত্রই কৃষ্ণবর্ণ। গোলাপফুলকে লাল বর্ণ দেখায়। ইহার কারণ এই যে, গোলাপফুলে সূর্য্যকিরণ পতিত হইলে, উহা সূর্য্যালোকের লাল কিরণ ব্যতীত, অন্যান্য কিরণ পরিশোষণ করে, লাল কিরণ উহা দ্বারা পরিশোষিত না হইয়া সকল দিকে বিকীর্ণ হয়, সুতরাং উহাকে লাল দেখায়। অতএব দেখা যাইতেছে যে, যে বস্তু দ্বারা যে বর্ণের কিরণ পরিশোষিত না হইয়া অনায়াসে তদভ্যন্তর দিয়া চলিয়া যায়, তাহাকে সেই বর্ণের বস্তু বলা হয়।

---

* ডেনমার্ক নিবাসী জ্যোতির্ব্বিদ্ রোমার সর্ব্ব প্রথমে আলোকের বেগ নির্ণয় করেন।

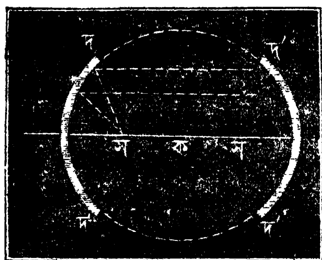
(২) একটি প্রজ্বলিত বাতি, এক খানি দর্পণের * সম্মুখে ধরিলে, উহার আলোক দর্পণে প্রতিফলিত হইয়া আমাদের চক্ষুতে আইসে, এজন্য দর্পণে উহার প্রতিবিম্ব দৃষ্ট হয়। এই কারণেই দর্পণে কিংবা স্বচ্ছ সরোবর সলিলে আমরা আমাদের প্রতিবিম্ব দেখিতে পাই। দর্পণ বা তৎসদৃশ পদার্থে প্রতিহত হইয়া আলোক কিরূপে প্রতিফলিত হয়, তাহা প্রদর্শিত হইতেছে। মনে কর, ক, আলোক-বিন্দুর দুইটি কিরণ রেখা, কখ, কখ´, দদ, দর্পণের, খ, খ´ বিন্দুতে আঘাত করায়, প্রতিফলিত হইয়া খগ, খ´গ´ রেখানুক্রমে যাইবার সময়ে কোনও দর্শকের চ চক্ষে আঘাত করিল। এক্ষণে এই দর্শক, ঐ আলোক বিন্দু, গক,´ গ´ক´ রেখার দিকে, অর্থাৎ ক´ বিন্দুতে দেখিতে পাইবেন। ক বিন্দু দর্পণ হইতে যত



১২

* যে সকল বস্তু দ্বারা আলোক অতি সুন্দর রূপে প্রতিফলিত হয় তাহাদিগকে দর্পণ কহা যায়। আকৃতি অনুসারে দর্পণ তিন প্রকারের হইয়া থাকে। সচরাচর আমরা যে সকল দর্পণে মুখ দেখিয়া থাকি, তাহার পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র এক সমান হওয়ায় তাহাদিগকে সমপৃষ্ঠ দর্পণ কহে। যে সকল দর্পণের পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র এক সমান নহে, তাহা পুটাকার ও ন্যুব্জাকার, এই দুই শ্রেণীর হইয়া থাকে। ন্যুব্জাকার দর্পণের পৃষ্ঠদেশ উন্নত, পুটাকার দর্পণের পৃষ্ঠদেশ অবনত।

দূরে, ক´ বিন্দুও উহার ঠিক তত দূরে, কিন্তু বিপরীত দিকে অবস্থিত। এই কারণে দর্পণের সম্মুখে দণ্ডায়মান হইলে, আমরা দর্পণের যত দূর সম্মুখে থাকি, আমাদের প্রতিবিম্ব, দর্পণের পশ্চাদ্ভাগে ঠিক তত দূরে দেখা যায়। আমরা দর্পণের দিকে অগ্রসর হইতে থাকিলে, আমাদের প্রতিবিম্বও অগ্রসর হইতে থাকে, এবং আমরা দর্পণ হইতে দূরে যাইতে থাকিলে, আমাদের প্রতিবিম্বও উহার দূরে যাইতে থাকে। উল্লিখিত দর্পণে প্রতিফলিত প্রতিবিম্বটি আমাদের আকৃতির অনুরূপ প্রতিকৃতি; কিন্তু আমাদের বামভাগ প্রতিবিম্বের দক্ষিণভাগ, এবং আমাদের দক্ষিণভাগ প্রতিবিম্বের বামভাগ হইয়া যায় *।



১৩

এস্থলে পুটাকার ও বিম্বাকার দর্পণের প্রতিরূপ প্রকাশিত হইতেছে। যখন দদ দর্পণের উন্নতপৃষ্ঠ বা বহির্ভাগ হইতে আলোক প্রতিফলিত হয়, তখন উহাকে ন্যুব্জাকার দর্পণ কহে; আর যখন উহার অবনত পৃষ্ঠ বা অন্তর্ভাগ হইতে আলোক প্রতি-

---

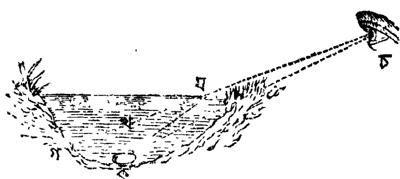
* উল্লিখিত দর্পণের ন্যায় যে সকল দর্পণের পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র এক সমান তাহা দ্বারাই আমাদের আকৃতির অনুরূপ প্রতিকৃতি প্রতিফলিত হইয়া থাকে; কিন্তু যে সকল দর্পণের পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র এক সমান নহে, তদ্দ্বারা আমাদের অনুরূপ প্রতিকৃতি না হইয়া বিকৃতি আকৃতি প্রতিফলিত হয়।

ফলিত হয়, তখন উহাকে পুটাকার দর্পণ বলে। পুটাকার দর্পণ দ্বারা প্রতিফলিত তেজ ও আলোকের কিরণ-রেখা-সকল উহার সম্মুখস্থ যে এক বিন্দুতে মিলিত হয় তাহাকে উহার অধিশ্রয়ণ বিন্দু কহে। ন্যুব্জাকার দর্পণে প্রতিফলিত তেজ ও আলোকের কিরণ-রেখা-সকল উহার সম্মুখস্থ কোনও বিন্দুতে মিলিত না হইয়া বরং পরস্পর পরস্পরের অন্তর হইতে থাকে, কিন্তু ঐ দর্পণের পশ্চাদ্ভাগস্থ কোনও এক বিন্দুতে ঐ রেখা সকল যেন সম্মিলিত হইয়াছে এরূপ বোধ হয়। সেই পশ্চাদ্ভাগস্থ বিন্দুকেই এ প্রকার দর্পণের অধিশ্রয়ণ-বিন্দু বলা যাইতে পারে। এস্থলে, স, দদ দর্পণের অধিশ্রয়ণ বিন্দু। যদি দদ, দ´দ´ দুইখানি পুটাকার দর্পণ সমরেখানুক্রমে সংস্থাপিত হয়, এবং দদ দর্পণের স অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে একটি আলোক রাখা যায়, তাহা হইলে ঐ আলোকের কিরণ-রেখা সকল দদ দর্পণ দ্বারা প্রতিফলিত হইয়া সরল রেখানুক্রমে দ´দ´ দর্পণের দিকে গিয়া ও তদ্দ্বারা প্রতিফলিত হইয়া, উহার অধিশ্রয়ণ স´ বিন্দুতে সম্মিলিত হওয়ায়, তথায়, স বিন্দুতে সংস্থাপিত আলোকের প্রতিবিম্ব দেখা যায়। এ প্রতিবিম্বটি, স, বিন্দুতে সংস্থাপিত আলোকের সমান উষ্ণ। অতএব স্পষ্ট প্রতীয়মান হইতেছে যে, আলোক ও তেজ এই উভয়বিধ কিরণই দর্পণে প্রতিফলিত হয়।

(৩) কিরণ-রেখা সকল, সর্ব্বত্র সমঘন ও একমাত্র দ্রব্য মধ্য দিয়া যাইতে হইলে সরল রেখানুক্রমে যাইতে পারে। কিন্তু একই দ্রব্যের সর্ব্বত্র সমঘন না হইলে, কিংবা ভিন্ন ভিন্ন প্রকারের দ্রব্য মধ্য দিয়া যাইতে হইলে, সেই সেই দ্রব্যের ঘনত্বের বিভিন্নতানুসারে উহাদের গমন পথ বক্র হইয়া আইসে *। এক প্রকার বস্তু মধ্যে

* এক পদার্থ হইতে অন্য পদার্থ মধ্যে প্রবেশ কালে উহা

হইতে অন্য প্রকার বস্তু মধ্যে প্রবেশ কালে কিরণরেখা বক্রীভূত হয় বলিয়া, স্বচ্ছ সলিলে নিমজ্জিত যষ্টিখণ্ড নিমজ্জনবিন্দুতে ভগ্নপ্রায় হইয়াছে, এরূপ প্রতীয়মান হয়। এই কারণেই জলমধ্যস্থিত কোনও বস্তুকে আমরা উহার প্রকৃত স্থানে দেখিতে পাই না, পরন্তু স্বাধিকৃত স্থানের কিঞ্চিৎ উর্দ্ধে অবস্থিত রহিয়াছে এরূপ মনে করি।



১৪

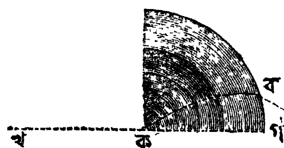
মনে কর, পার্শ্বস্থ একটি জলাশয়ের প্রতিকৃতির ক চিহ্নিত স্থলে একটি দ্রব্য রহিয়াছে। চ চিহ্নিত স্থলে দণ্ডায়মান কোনও ব্যক্তি ঐ পদার্থকে ক চিহ্নিত স্থলে না দেখিয়া, তাহার প্রতিবিম্ব, খ চিহ্নিত স্থলে দেখিতে পান। তিনি যদি সেই দ্রব্যটিকে বিদ্ধ করিবার অভিপ্রায়ে, প্রতিবিম্বের অভিমুখে শলাকা চালনা করেন, তাহা হইলে, ঐ শলাকা, গ চিহ্নিত স্থল আঘাত করে, সুতরাং লক্ষ্য দ্রব্যকে বিদ্ধ করিতে পারে না। আবার একটি বাটী কি ঘটীতে একটি মুদ্রা রাখিয়া, তথা হইতে কিয়দ্দূরে গিয়া, বাটী ও ঘটীর কানার আড়াল পড়ায় মুদ্রাটি দেখিতে না পাওয়া গেলে, সেই পাত্রে, এপ্রকার অবস্থায়, কিঞ্চিৎ জল ঢালিয়া দিলে, মুদ্রাটি সেই স্থল হইতেই দৃষ্টিগোচর হয়; অর্থাৎ মুদ্রাটি

যদি লম্বভাবে দ্বিতীয় পদার্থকে আঘাত করে, তাহা হইলে আর উহার পথ বিশেষ বক্র হয় না।

বস্তুতঃ যে স্থলে রহিয়াছে তাহার কিঞ্চিৎ ঊর্দ্ধে দেখা যায়।

৬। **গোধূলিসমাগম প্রভৃতির কারণ।**—পৃথিবীপরিবেষ্টিত বৃহৎ বায়ুরাশি সর্ব্বত্র সমান ঘন নয়, এজন্য সৌরকর ভূপৃষ্ঠে আসিবার সময়ে বায়ুরাশি দ্বারা বিলক্ষণ বক্রীভূত হয়। এই কারণেই সূর্য্যাস্তের অনেক ক্ষণ পর পর্য্যন্ত আমরা সূর্য্যালোক দেখিতে পাই, এবং সূর্য্যোদয়ের পূর্ব্বে ও সূর্য্যাস্তের পরে গোধূলি-সমাগম হইয়া থাকে। মরীচিকা, রামধনু প্রভৃতি প্রাকৃতিক ব্যাপার সকলও এই কারণ সমুৎপন্ন। এ স্থলে যে প্রতিকৃতি প্রকাশিত হইতেছে, তদ্দ্বারা গো-ধূলীর কারণ বিশদরূপে বুঝা যাইবে।

মনে কর, ক চিহ্নিত স্থলে এক ব্যক্তি উপবিষ্ট আছেন। তিনি খ গ রেখার নিম্নে কিছুই দেখিতে পান না। সুতরাং স চিহ্নিত স্থলে অব-

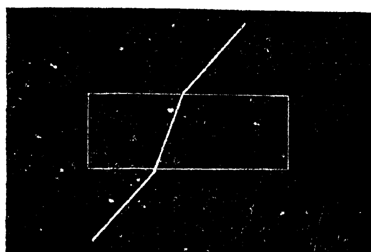


১৫

স্থিত সূর্য্য তাঁহার দৃষ্টি পথের অতীত হইবে; কিন্তু ব চিহ্নিত স্থলে পতিত তদীয় কর, তথা হইতে অধঃ প্রদেশের ঘন বায়ুর অভ্যন্তর দিয়া গমনকালে ক্রমে বক্রীভূত হইতে হইতে পরিশেষে ক চিহ্নিত স্থলে আসিয়া তথায় অবস্থিত দর্শকের চক্ষে আঘাত করে, এজন্য তিনি সূর্য্যাস্ত কালের পরেও সূর্য্যালোক দেখিতে পান।

৭। **চতুষ্কোণ কাচ খণ্ড দ্বারা কিরণ কিরূপ**

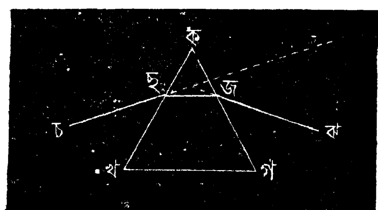
বক্রীভূত হয়।—যাহার পৃষ্ঠদেশ সর্ব্বত্র সমান, এ প্রাকার এক খণ্ড চতুষ্কোণ কাচের উপরে বক্রভাবে আলোকরেখা নিপতিত হইলে, কাচখণ্ডের অভ্যন্তরে প্রবেশমাত্র উহা আর তত বক্র থাকে না;



১৬

কিন্তু কাচখণ্ড ভেদ করিয়া পুনর্ব্বার বায়ু মধ্যে প্রবেশ কালে, উহা ঠিক পূর্ব্বের ন্যায় বক্র হয়; এবং পূর্ব্বের ন্যায় এক রেখানুক্রমে না হউক, এক দিকেই গতি বিস্তার করে।

৮। **ত্রিপার্শ্ব বিশিষ্ট কাচ খণ্ড দ্বারা কিরণ কিরূপ বক্রীভূত হয়।**—চতুর্ভুজাকৃতি ত্রিপার্শ্ববিশিষ্ট কাচ খণ্ডের (Prism) অভ্যন্তর দিয়া আলোকরেখা নির্গমনকালে, উহা সেই কাচ খণ্ডের স্থূল ভাগের দিকে বাঁকিয়া যায়। পার্শ্বস্থ

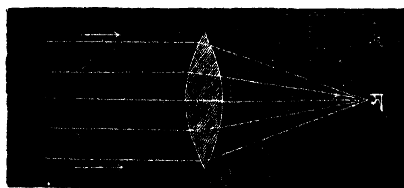


১৭

প্রতিকৃতি দেখিলেই এ বিষয় স্পষ্ট বুঝা যাইবে। চছ, কিরণ রেখা, ক খ গ, ত্রিপার্শ্ববিশিষ্ট কাচ খণ্ডের কখ পৃষ্ঠে নিপতিত হইয়া, উহার অভ্যন্তর দিয়া গমন

কালে ছ জ রেখানুক্রমে বক্র হইয়া, পরিশেষে উহার অভ্যন্তর হইতে বহির্গমন কালে জ ঝ রেখানুক্রমে উহার স্থূল ভাগের অভিমুখে বক্র হইয়া যাইতে থাকে।

৯। যবাকৃতি কাচ খণ্ড দ্বারা কিরণ কিরূপ বক্রীভূত হয় *।—যবাকৃতি কাচখণ্ডের এক দিকে দূরস্থ কিরণমালা নিপতিত হইলে, ঐ সকল কিরণ, উহার স্থূল ভাগের দিকে বক্রীভূত হওয়ায়, ঐ কাচের অপর দিকে, উহার অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে, সম্মিলিত হয়; এজন্য সেই স্থলে সেই দূরস্থ আলোকময় বস্তুর একটি প্রতিবিম্ব পতিত হয়। এ স্থলে যবাকৃতি কাচখণ্ডের একটি প্রতিরূপ প্রকাশিত হইল। উহার উপরে সূর্য্যের কিরণ-রেখা সকল নিপতিত হইলে, উহারা ঐ কাচের অপর দিকে, অর্থাৎ স অধিশ্রয়ণ বিন্দুতে সম্মিলিত হয়।



১৮

এই স বিন্দুতে এক টুকরা কাগজ ধরিলে সূর্য্যের কিরণ-

---

* আলোক বিদ্যায় কিরণ সংকর্ষণ বা অপকর্ষণ করিবার জন্য নানাবিধ আকৃতির কাচ অর্থাৎ লেন্‌স্ (Lens) ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই সকল কাচ, সাধারণতঃ, মধ্যোন্নত (convex) ও মধ্যনিম্ন (concave), এই দুই শ্রেণীতে বিভক্ত। মধ্যোন্নত কাচগুলির কার্য্য মুকুজাকার বা বিম্বাকার দর্পণের সদৃশ; এবং মধ্যনিম্ন কাচগুলি পুটাকার দর্পণের ন্যায় কার্য্যকারী। মধ্যোন্নত কাচ দ্বারা অধিক বয়স্ক এবং মধ্যনিম্ন কাচ দ্বারা তরুণ বয়স্ক ব্যক্তিদিগের ব্যবহারোপযোগী চশমা প্রস্তুত হইয়া

হয় প্রতিবিম্ব ঐ কাগজের উপরে পতিত হয়, এবং উহা অতিশয় উষ্ণ হইয়া অবিলম্বে জ্বলিয়া যায়। বৃহদাকার এ প্রকার কাচখণ্ড দ্বারা সৌরকর সংকর্ষণ করিয়া ধাত্বাদি ভস্মীভূত করিতে পারা যায়।

১০। ফটোগ্রাফি।—পূর্ব্বোক্ত পরীক্ষা দ্বারা স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে যে, যবাকার কাচখণ্ডের কিঞ্চিৎ দূরে যে কোনও প্রকারই বস্তু স্থাপিত হউক না, উহার অপর দিকে সেই পদার্থের একটি প্রতিমূর্ত্তি পতিত হয়। আলোক দ্বারা আক্রান্ত হইতে পারে এমন কোনও পদার্থ একখণ্ড কাচে মাখাইয়া, পূর্ব্বোক্ত প্রকারে যবাকার কাচখণ্ড দ্বারা কাহারও প্রতিমূর্ত্তি সেই কাচের উপরে পাতিত করিয়া, ফটোগ্রাফারেরা ব্যক্তিবিশেষের ছবি বা ফটোগ্রাফ তুলিয়া থাকে।

১১। অণুবীক্ষণ যন্ত্র।—যে যন্ত্র দ্বারা অতি সূক্ষ্ম বা ক্ষুদ্রাকার বস্তুসকল বৃহৎ দেখায় তাহাকে অণুবীক্ষণ যন্ত্র কহে। অণুবীক্ষণ যন্ত্র, এক, বা একাধিক খণ্ড যবাকার কাচ ব্যতীত অন্য কিছুই নহে। কোনও বস্তু এবংপ্রকার এক বা একাধিক কাচখণ্ডের অতি নিকটে রাখিয়া, উহার বা উহাদের অভ্যন্তর দিয়া দেখিলে, সেই বস্তুকে অপেক্ষাকৃত বৃহৎ দেখায়।

থাকে। পূর্ব্বোক্ত চশমা দ্বারা দেখিলে বস্তু সকল কিঞ্চিৎ বৃহৎ, এবং শেষোক্ত চশমা দ্বারা দেখিলে কিঞ্চিৎ ছোট, দেখায়।

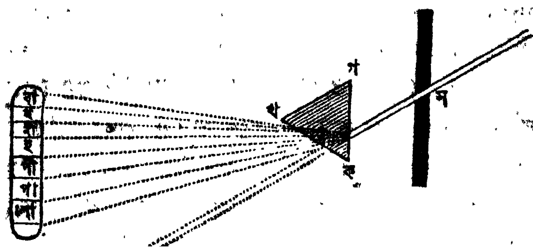
উভয় পৃষ্ঠ অভ্যুন্নত গোলাকার কাচখণ্ডকে যবাকার কাচ কহে। ইহার ইংরাজি নাম (Double Convex Lens) ডবল কনভেক্স লেন্স্। এপ্রকার কাচখণ্ড সৌরকর সংকর্ষণ করিতে পারে বলিয়া ইহার নাম সূর্য্যকান্ত-মণি প্রসিদ্ধ রহিয়াছে।

১২। দূরবীক্ষণযন্ত্র।—যে যন্ত্র দ্বারা দূরস্থ অদৃশ্য বা অস্ফুটদৃশ্য পদার্থপুঞ্জ, গ্রহ, নক্ষত্রাদি, পরিস্ফুটরূপ এবং বৃহদাকার দেখায়, তাহাকে দূরবীক্ষণ যন্ত্র কহে। দুই খণ্ড যবাকার কাচ দ্বারা এ যন্ত্র নির্ম্মিত হইয়া থাকে। এই দুই খণ্ডের মধ্যে এক খানি কাচ অপর খানি অপেক্ষা কিঞ্চিৎ বড়। এ যন্ত্র দ্বারা যে কোনও দূরস্থ পদার্থ দেখিতে হইবে, বড় কাচ খানির উপরে তাহার কিরণ পাতিত করিলে, উহার পশ্চাদ্ভাগে সেই পদার্থের প্রতিমূর্ত্তি প্রতিবিম্বিত হয়। অনন্তর ঐ ক্ষুদ্র কাচ খানির অভ্যন্তর দিয়া সেই প্রতিমূর্ত্তি দেখিলে উহা বিলক্ষণ বড় দেখায়। দূরবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা সূর্য্য কিংবা তৎসদৃশ অন্য কোনও তেজঃপুঞ্জ পদার্থ দেখিতে হইলে, যন্ত্রের কাচ খানি কাল রঙের হওয়া আবশ্যক, নচেৎ ঘোরতর বিপদ সংঘটন অনিবার্য্য।

১৩। সকল আলোকরেখা সমান বক্র হয় না।—ত্রিপার্শ্ব বিশিষ্ট কাচখণ্ডের অভ্যন্তর দিয়া আলোকরেখা গমন কালে কি প্রকার বক্রীভূত হয়, তাহা পূর্ব্বে দেখান গিয়াছে। এক্ষণে দেখান যাইবে যে, সকল আলোক সমান বক্র হয় না। লোহিত অপেক্ষা পীত আলোক অধিক পরিমাণে, এবং পীত অপেক্ষা নীল আলোক অধিক পরিমাণে, বক্র হয়। ভিন্ন ভিন্ন প্রকারের আলোক ভিন্ন ভিন্ন প্রকারে বক্রীভূত হয় বলিয়া ত্রিপার্শ্ব বিশিষ্ট (Prism) কাচখণ্ডের অভ্যন্তর দিয়া সূর্য্যালোক গমন কালে, উহা নীল, পীত, লোহিতাদি বিবিধ বর্ণে রঞ্জিত দেখায়। নিম্ন লিখিত পরীক্ষা দ্বারা এ বিষয় বিশদ রূপে বুঝা যাইতে পারিবে।

মনে কর, একটি অন্ধকারাবৃত্ত গৃহের কোনও এক প্রাচীরে বা বাতায়ন-আবরণে এমন ভাবে একটি ছিদ্র

আছে যে, তাহার ভিতর দিয়া সূর্য্যের কিরণরেখা গৃহ-



মধ্যে প্রবেশ করিতে পারে। চ হইতে ঐ ছিদ্রের দিকে দৃষ্টিপাত করিলে, উহা অতি উজ্জ্বল দেখায়; এবং উহার অনতিদূরে একটি পর্দ্দা স্থাপন করিলে, তাহার উপরে সেই ছিদ্রটির উজ্জ্বল ও শ্বেতবর্ণ প্রতিবিম্ব পতিত হয়। এক্ষণে, ঐ ছিদ্রের নিকটে ক খ গ ত্রিপার্শ্ববিশিষ্ট এক খণ্ড কাচ স্থাপন করিলে, ছিদ্রমধ্য দিয়া সূর্য্যের শ্বেতবর্ণ আলোক আসিয়া ঐ কাচের উপরে পতিত হয়, এবং অপর পৃষ্ঠ দিয়া নির্গমন কালে উহা বিবিধ বর্ণে বিচিত্রিত দেখায়, সুতরাং পর্দ্দার উপরে যে প্রতিবিম্ব পতিত হয়, তাহাও নানা রঙে রঞ্জিত দেখা যায়। এ প্রতিবিম্বের একপ্রান্ত লোহিত বর্ণ এবং অপর প্রান্ত বায়লেট বর্ণ; এবং মধ্যদেশ যথাক্রমে পাটল, পীত, হরিত, নীল, ধূমল্ল প্রভৃতি বর্ণে সুরঞ্জিত। এ পরীক্ষা দ্বারা আরও দেখা যাইতেছে যে, সূর্য্যের শ্বেত আলোক কাচখণ্ড দ্বারা বক্রীভূত না হইলে যে দিকে যাইত, লাল আলোক তাহার সমীপবর্ত্তী থাকায় অধিক বক্র হয় নাই। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে যে, সূর্য্যের শ্বেত আলোক লোহিতাদি সপ্ত

আলোক সমন্বিত, এবং লাল আলোক সর্ব্বাপেক্ষা অল্প পরিমাণে, এবং বায়লেট আলোক সর্ব্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে, বক্রীভূত হয়।

১৪। **তেজ ও আলোক দ্বারা কিরূপে কার্য্য সম্পন্ন হইয়া থাকে।**—আলোক ও তেজ দ্বারা নানা প্রকার রাসায়নিক কার্য্য সুসম্পন্ন হয়। তৈজঃসম্পাতে বাষ্পীয় যানাদি পরিচালিত হইয়া থাকে। পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে, সৌরকরই পৃথিবীস্থ সর্ব্বপ্রকার আলোক ও তেজের মূল কারণ, এবং পণ্ডিতেরা স্থির করিয়াছেন যে, সৌরকর প্রভাবেই বীজ অঙ্কুরিত হয়, উদ্ভিদ্ পদার্থ সকল বৃদ্ধি পায়, এবং মনুষ্যাদি জীবগণ জীবন ধারণ করে। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে যে, আলোক ও তেজঃপ্রভাবেই জগতের সৃষ্টিপ্রক্রিয়া সংসাধিত হইয়াছে ও নিরন্তর সংরক্ষিত হইতেছে।

পঞ্চম অধ্যায়।

চতুর্থ পরিচ্ছেদ।

তাড়িত ও চুম্বকাকর্ষণ।

১। **তাড়িতের ইতিবৃত্ত।**—কথিত আছে, মাইলিটাস দেশ নিবাসী প্রসিদ্ধ গ্রীক পণ্ডিত থেলস্ প্রায় ২৫০০ বৎসর পূর্ব্বে তাড়িতবিদ্যার সূত্রপাত করেন। তিনিই সর্ব্বপ্রথমে আবিষ্কার করেন যে, কার্পাস, পশম, বা রেশম নির্ম্মিত শুষ্ক বস্ত্র দ্বারা, একখণ্ড আম্বার বা তৃণমণি, ঘর্ষণ করিলে, উহা একপ্রকার শক্তিসম্পন্ন হয়, এবং সেই শক্তিপ্রভাবে সমীপস্থ কাগজখণ্ড ও তৎসদৃশ অন্যান্য লঘু পদার্থ সকলকেও আকর্ষণ করিতে পারে। অনন্তর, ইংলণ্ডেশ্বরী মহারাণী এলিজাবেথের শাসন কালে, তাঁহার চিকিৎসক ডাঃ জিলবার্ট পরীক্ষা করিয়া দেখেন যে, বহুমূল্য ও দুষ্প্রাপ্য আম্বার কেন, সুলভ গন্ধক, গালা, কাচ প্রভৃতি পদার্থসকলও, পূর্ব্বোক্ত প্রকারে শুষ্ক বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে, আম্বারের ন্যায়, সমীপস্থ লঘু দ্রব্যাদি আকর্ষণ করিবার শক্তি প্রাপ্ত হয়। যে শক্তি প্রভাবে, শুষ্ক বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষিত হইলে, আম্বার, গালা, কাচ প্রভৃতি পদার্থ, সমীপস্থ অন্যান্য লঘু পদার্থকে আকর্ষণ করিতে পারে, তাহাকে তাড়িত কহে।

২। **তাড়িত-পরিচালক ও তাড়িত-অপরিচালক।**—পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে যে, কাচের যে

স্থল ঘর্ষিত হয়, কেবল মাত্র সেই স্থলই তাড়িতসম্পন্ন হয়; কিন্তু ধাতু-পাত্রের যে কোনও স্থলই এই শক্তি সম্পন্ন হউক না কেন, সেই পাত্রের সকল স্থলেই উহার লক্ষণ সকল বিলক্ষণ রূপে প্রকাশ পায়। এতদ্দ্বারা স্পষ্ট বুঝা যাইতেছে যে, কাচ দ্বারা তাড়িত উহার সর্ব্বত্র পরিচালিত হয় না; কিন্তু ধাতুপাত্র দ্বারা তাড়িত উহার সর্ব্বত্র পরিচালিত হয়। যে যে পদার্থ দ্বারা তাড়িত সেই সেই পদার্থের সর্ব্বত্র সুচারু রূপে পরিচালিত হয়, তাহাদিগকে তাড়িতের পরিচালক, আর যে যে পদার্থ দ্বারা সে রূপ হয় না, তাহাদিগকে উহার অপরিচালক কহে। অঙ্গার, অম্লদ্রব্য, দ্রবণশীল লবণ (soluble salts), জল, মৃত্তিকা, প্রাণিশরীর প্রভৃতি পদার্থ, তাড়িতের পরিচালক মধ্যে পরিগণিত; কিন্তু ধাতু-দ্রব্যের ন্যায় পরিচালকতা গুণটি আর কুত্রাপি দৃষ্ট হয় না। রবর, শুষ্ক বায়ু, রেশম, মোম, গন্ধক, গালা, কাচ, আম্বার প্রভৃতি পদার্থ তাড়িতের অপরিচালক। কোনও পদার্থকে তাড়িতসম্পন্ন করিয়া রাখিতে হইলে, উহাকে অপরিচালক বস্তু দ্বারা বিশিষ্টরূপে পরিবৃত করিয়া রাখা আবশ্যক।

৩। সম ও বিষম তাড়িত।—পূর্ব্বে বলা হইয়াছে যে, গালা কি কাচ, এই দুই প্রকার পদার্থকেই পশমী কি রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষণ করিলে, উহারা তাড়িতসম্পন্ন হয়; কিন্তু পরীক্ষা করিয়া দেখা যায় যে, এই উভয়বিধ পদার্থ যে তাড়িতসম্পন্ন হয়, তাহা পরস্পর বিপরীত ধর্ম্মাক্রান্ত। মনে কর, কাচ নির্ম্মিত একটি দণ্ডাগ্রে সংবদ্ধ এক গাছি রেশমী সূত্রপ্রান্তে অতি সূক্ষ্ম এক খণ্ড কর্ক বা সোলা, শুষ্ক বায়ু বিশিষ্ট কোনও স্থলে, ঝুলিতেছে। এক্ষণে, শুষ্ক রেশমী বস্ত্র দ্বারা

সংঘর্ষণ হেতু তাড়িতসম্পন্ন এক খণ্ড কাচ, পূর্ব্বোক্ত সোলা বা কর্ক খণ্ডের সহিত সংলগ্ন হইলে, উহাও তাড়িত শক্তি সম্পন্ন হয়; এবং শুষ্ক বায়ু, রেশমীসূত্র, ও কাচ-দণ্ড এই কয়েকটি পদার্থই তাড়িতের অপরিচালক বিধায়, কর্ক বা সোলাখণ্ডে সঞ্জাত তাড়িত অন্যত্র পরিচালিত হইয়া যাইতে না পারিয়া উহাতেই সংবদ্ধ থাকে। এমত অবস্থায়, পূর্ব্বোক্ত তাড়িতসম্পন্ন কাচখণ্ড উহার নিকট ধরিলে, তদ্দ্বারা সোলা বা কর্ক খণ্ড আকৃষ্ট না হইয়া, তদ্বিপরীতে, উহা হইতে দূরীকৃত হয়; কিন্তু শুষ্ক রেশমী বা পশমী বস্ত্র দ্বারা সংঘর্ষণ হেতু তাড়িতসম্পন্ন এক খণ্ড গালা, উপরি উক্ত কর্ক বা সোলা খণ্ডের সমীপে ধরিলে, তদ্দ্বারা উহা আকৃষ্ট হয়। তাড়িত-সম্পন্ন কাচখণ্ড সংস্পর্শে, সোলা বা কর্কখণ্ড, উহারই কিয়দংশ লাভ করিয়া, উহার সম ধর্ম্মাক্রান্ত বা একবিধ তাড়িতসম্পন্ন হইয়াছে; অতএব দেখা যাইতেছে যে, একবিধ তাড়িতসম্পন্ন দুইটি বস্তু পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ না করিয়া তদ্বিপরীতে পরস্পর পরস্পরকে বিপ্রকর্ষণ করে। কিন্তু উল্লিখিত রূপে তাড়িতসম্পন্ন গালাখণ্ড দ্বারা যখন ঐ কর্ক বা সোলাখণ্ড আকৃষ্ট হয়, তখন ইহাতে যে উহার বিপরীত ধর্ম্মাক্রান্ত তাড়িত আছে তাহাতে কোনও সংশয় নাই। পশমীবস্ত্র সং-ঘর্ষণে কাচখণ্ডে যে তাড়িত সঞ্জাত হয়, তাহাকে সম, এবং পশমী বস্ত্র সংঘর্ষণে গালায় যে তাড়িত সঞ্জাত হয়, তাহাকে বিষম তাড়িত বলা যাইতে পারে। অতএব প্রতীয়মান হইতেছে যে, শুষ্ক রেশমী বা পশমী বস্ত্র দ্বারা সংঘর্ষণে কাচখণ্ড ও গালাখণ্ড পরস্পর বিপরীত ধর্ম্মাক্রান্ত তাড়িতসম্পন্ন হয়; এবং একাধিক সম তাড়িতসম্পন্ন পদার্থ পরস্পর পরস্পরকে বিপ্র

কর্ষণ করে, কিন্তু সম ও বিষম এই দ্বিবিধ তাড়িত-সম্পন্ন পদার্থ পরস্পর পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এ স্থলে, ইহাও বলা আবশ্যক যে, রেশমী বস্ত্র দ্বারা ঘর্ষণ করিলে কাচ খণ্ড যেমন সম তাড়িতসম্পন্ন হয়, ঐ রেশমী বস্ত্রও উহার বিপরীত অর্থাৎ বিষম তাড়িত-সম্পন্ন হইয়া থাকে। পণ্ডিতেরা অনুমান করেন যে, কাচাদি পদার্থে, সম ও বিষম এই বিপরীত ধর্ম্মাক্রান্ত উভয়বিধ তাড়িতের যুগপৎ সমাবেশ থাকা হেতু, সাধারণতঃ, ঐ শক্তির অস্তিত্ব আমাদের উপলব্ধি হয় না, কিন্তু বস্ত্রাদি দ্বারা সংঘর্ষণে উহারা যখন পৃথক্ ভাবাপন্ন হইয়া, এক ভাগ কাচাদি পদার্থে, ও এক ভাগ ঘর্ষণ বস্ত্রে অবস্থিতি করে, তখনই উহাদের অস্তিত্ব আমাদের অনুমিত হয়। বস্ত্রাদি দ্বারা সংঘর্ষণ ব্যতীতও কোনও পদার্থস্থিত সংবদ্ধ সম ও বিষম তাড়িত পৃথক্ ভাবাপন্ন করিতে পারা যায়। সম তাড়িতসম্পন্ন এক খণ্ড কাচ এক খানি পিত্তল নির্ম্মিত দণ্ডের নিকট লইয়া গেলে, এবং সেই পিত্তল দণ্ড এক খণ্ড কাচের উপর অবস্থিত হইলে, পূর্ব্বোক্ত কাচে অবস্থিত সম তাড়িত শক্তির প্রভাবে, পিত্তলদণ্ডে অবস্থিত উভয়-বিধ সংবদ্ধ তাড়িত পৃথক্ ভাবাপন্ন হয়; এবং তৎপরে উহার বিষম তাড়িত, কাচ খণ্ডে অবস্থিত সম তাড়িত কর্ত্তৃক আকৃষ্ট হইয়া, উহার সন্নিহিত প্রদেশে ও পিত্তল দণ্ডের এক প্রান্তভাগে অবস্থিতি করে, এবং উহার সম তাড়িত কাচ খণ্ডে স্থিত সম তাড়িত কর্ত্তৃক বিপ্রকৃষ্ট হইয়া, ঐ পিত্তল দণ্ডের অপর প্রান্তে গিয়া অবস্থিতি করে। এমত অবস্থায় উপরি উক্ত কাচ-দণ্ড ও পিত্তলদণ্ড পরস্পর পরস্পরের অধিকতর সন্নি-হিত হইলে, এতদুভয়োস্থিত সম ও বিষম তাড়িত উভয়ের

অন্তর্ব্বর্ত্তী অতি সূক্ষ্ম বায়বীয় অন্তরায় অতিক্রম করিয়া উভয়ে উভয়ের সহিত সম্মিলিত হয়। এ প্রকার মিলন কালে যে আলোক ও শব্দের উৎপত্তি হয়, তাহাকে বৈদ্যুতিক আলোক ও বজ্রনিনাদ কহে।

৪। বিদ্যুতাগ্নি ও বজ্রনিনাদ।—পূর্ব্বোক্ত কাচ ও পিত্তলদণ্ডে অত্যল্পমাত্র পরিমাণে তাড়িত অবস্থিত থাকে বলিয়া উহাদের সম্মিলনে ক্ষীণ আলোক ও মৃদু নিনাদের উৎপত্তি হয়; কিন্তু ঐ ঐ দ্রব্যে অধিক পরিমাণে তাড়িত অবস্থিত থাকিলে, অপেক্ষাকৃত প্রবল আলোক ও গভীর নির্ঘোষের উৎপত্তি অপরিহার্য্য। একবিধ তাড়িতসম্পন্ন একখণ্ড মেঘ তদ্বিপরীতবিধ তাড়িতসম্পন্ন অন্য আর এক খণ্ড মেঘের সমীপবর্ত্তী হইলে, ঐ বিপরীত ভাবাপন্ন তাড়িত ঐ দুই মেঘে অধিক পরিমাণে থাকায়, তাহাদের সম্মিলন কালে অত্যুজ্জ্বল আলোক ও বিপুল নিনাদের উদ্ভব হয়। কখন কখন মেঘস্থিত তাড়িত ভূতলে অবস্থিত অট্টালিকা, বৃক্ষ, কিংবা প্রাণিশরীরাভ্যন্তরস্থ তাড়িতের সহিত পূর্ব্বোক্ত প্রকারে সম্মিলিত হইয়া থাকে। ইহাকেই চলিত ভাষায় বজ্রপাত বা বিদ্যুৎপাত বলে। বজ্রপাতে যে কি ভয়ানক অনিষ্ট সংঘটন হয়, তাহা সকলেই অবগত আছেন; কিন্তু ইহা দ্বারা জগতের যে কত ইষ্ট সাধিত হইয়া থাকে, তাহা হয়ত অনেকেই পরিজ্ঞাত নহেন।

এ স্থলে ইহা জিজ্ঞাস্য হইতে পারে যে, মেঘে এ বহুল পরিমাণ তাড়িত কোথা হইতে আসিল? ইহার নিগূঢ় কারণ অদ্যাপি সম্যক প্রকারে নির্ণীত হয় নাই;

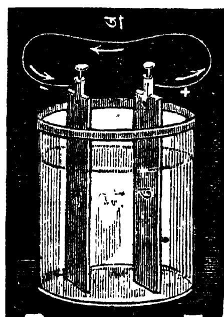
তবে পণ্ডিতেরা অনুমান করেন যে, পৃথিবীতে নানা প্রকার প্রাকৃতিক ও রাসায়নিক প্রক্রিয়া সংঘটিত হওয়ায়, যে ভিন্ন ভিন্ন জাতীয় বায়ু ও বাষ্পের উৎপত্তি হয়, তাহারা তাড়িতসম্পন্ন থাকে; এবং এই তাড়িত হইতেই মেঘমণ্ডল, তাড়িতসম্পন্ন হয়। ভূমির সহিত বাতাসের সংঘর্ষণ হেতু যে তাড়িতের উৎপত্তি হয়, তাহাও বাষ্পবিমিশ্র বায়ু কর্ত্তৃক প্রচালিত হইয়া মেঘমণ্ডলে যায় ও তথায় অবস্থিতি করে। বিদ্যুৎপাতে মেঘমণ্ডল এই তাড়িত হইতে মুক্ত হয়।

৫। অট্টালিকাদির বিদ্যুৎপাত হইতে রক্ষণোপায়।—ভূতলস্থিত অপরিচালক পদার্থ মধ্যেই বিদ্যুৎপাতে অনিষ্ট সংঘটন অনিবার্য্য, কিন্তু পরিচালক পদার্থ মধ্যে বিদ্যুৎপাতে বিশেষ কোনও আশঙ্কা নাই। ধাতুদ্রব্য তাড়িতের সর্ব্বশ্রেষ্ঠ পরিচালক, এবং সূক্ষ্মাগ্র ধাতুদ্রব্য অতি সহজে ও সত্বরে তাড়িত প্রচালিত করিতে পারে; এজন্য অত্যুচ্চ প্রাসাদের সমীপে যদি কোনও সূক্ষ্মাগ্র ধাতুদণ্ড এরূপ ভাবে রাখা যায় যে, তাহার স্থূল প্রান্ত ভূ-নিহিত থাকে, এবং সূক্ষ্ম প্রান্ত প্রাসাদের ছাদ অতিক্রম করিয়া ঊর্দ্ধে উঠে, তাহা হইলে, বিদ্যুৎপাতে সে প্রাসাদের কোনও অনিষ্ট হয় না; কারণ সূক্ষ্মাগ্র ধাতু-দ্রব্য দ্বারা পরিচালিত হইয়া মেঘোন্মুক্ত তাড়িত পৃথিবী মধ্যে প্রবেশ করে।

৬। তাড়িতের প্রকৃতি ও উৎপত্তি।—তাড়িতের প্রকৃতি কি, তাহার নিগূঢ় তত্ত্ব এখনও সম্যক্ প্রকার নির্ণীত হয় নাই, তবে ইদানীন্তন পণ্ডিতেরা মনে করেন, তাপ ও আলোকের ন্যায়, উহাও পদার্থের পরমাণুসমষ্টির এক প্রকার আন্দোলন। ঘর্ষণ, চাপ, প্রাকৃতিক পরিবর্ত্তন বা বস্তু সকলের অবস্থান্তরোৎপত্তি,

রাসায়নিক পরিবর্ত্তন, প্রভৃতি কারণে তাড়িত বা বৈদ্যুতিক শক্তির উদ্বোধ হয়। পৃথিবী ও প্রাণিশরীরও তাড়িতের আকরস্থান।

৭। তাড়িতপ্রবাহ।—রাসায়নিক প্রক্রিয়া প্রভাবে যে তাড়িতের উৎপত্তি হয়, তাহা প্রবাহিত হইয়া এক স্থান হইতে স্থানান্তরে যায়। বলোনা-বাসী গালবানী, এবং ইতালি নিবাসী বলটা, এপ্রকার তাড়িত আবিষ্কার করেন। কিরূপে এবংপ্রকার তাড়িত উৎপন্ন ও প্রবাহিত হয়, তাহা নিম্নে প্রদর্শিত হইতেছে। একটি কাচের গ্লাস মধ্যে, এক খানি বিশুদ্ধ দস্তার ও আর এক খানি তাম্রের ফলক স্থাপন করিয়া, গ্লাসে জল-মিশ্রিত কিঞ্চিৎ গন্ধকদ্রাবক ঢালিয়া, ঐ দুই খানি ধাতুফলক একগাছি তাম্রতার দ্বারা পরস্পর সংশ্লিষ্ট করিলে, তাম্রফলক সংলগ্ন তাম্রতার হইতে তাড়িতপ্রবাহ তাম্রতারের অভ্যন্তর দিয়া দস্তা-ফলকে যায়, এবং তাহার পর, জলের মধ্য দিয়া গিয়া তাম্রফলকে আসিয়া উপস্থিত হয়; এবং এইরূপে বারংবার পূর্ব্বোক্ত পথে প্রবাহিত হইতে থাকে। এ স্থলে যে যন্ত্রের উল্লেখ হইল, তাহাতে দস্তাফলক ক্রমে ক্ষয়িত হইতে থাকে, এবং তাম্রফলক সমীপে জলজনকবায়ুর উৎপত্তি হয়। প্রচুর পরিমাণে এপ্রকার বায়ু উৎপন্ন হইলে, তাড়িতপ্রবাহ একেবারে বন্ধ হইয়া যায়। কিন্তু বানসেন, ডানিয়াল, গ্রোভ প্রভৃতি পণ্ডিতগণ যে সকল প্রবহমাণ তাড়িত যন্ত্রের (ব্যাটারির) আবিষ্কার করিয়াছেন, তাহাতে



২০

তাড়িতপ্রবাহ দীর্ঘকাল পর্য্যন্ত এক সমান হইতে থাকে *।

৮। তাড়িত প্রবাহ দ্বারা কি কি কার্য্য সাধিত হয়।—তাড়িত প্রবাহ দ্বারা তাপ ও আলোকের উৎপত্তি হয়; জলাদি যৌগিক পদার্থ, উহাদের উপাদান মূল বা অমিশ্র পদার্থ সমূহে বিশ্লেষিত হয়; এবং ইস্পাত আকর্ষণী শক্তি সম্পন্ন অর্থাৎ চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয়। ইহার প্রভাবে মুহূর্ত্তমধ্যে দেশদেশান্তরে সংবাদ প্রেরিত হইতেছে, এবং দূরদেশবাসী বন্ধুবান্ধবগণ পরস্পর মনের সুখে কথা বার্ত্তা কহিতে পারিয়া পরম প্রীতি লাভ করিতেছেন।

৯। চুম্বক লৌহ ও চুম্বকাকর্ষণ।—অনেকস্থলে লৌহের আকরমধ্যে আকর্ষণী শক্তি সম্পন্ন যে এক প্রকার লৌহ পাওয়া যায়, তাহাকে চুম্বকলৌহ কহে। উহার নিকটে লৌহচূর্ণসকল সংস্থাপিত হইলে, উহারা তদ্দ্বারা আকৃষ্ট হয়। চুম্বকলৌহের ভারকেন্দ্র কোনও সূক্ষ্মাগ্রদণ্ডের উপর সংস্থাপিত হইলে, উহা প্রায়

---

* তাড়িত প্রবাহের আতিশয্য বৃদ্ধি করিতে হইলে, উপরি উক্ত প্রকারের একাধিক গ্লাস পাশাপাশী করিয়া রাখিয়া, তন্মধ্যস্থ প্রত্যেক দস্তাফলক প্রত্যেক তাম্রফলকের সহিত তাম্রতার দিয়া সংলগ্ন করিয়া, এক প্রান্তভাগস্থ তাম্রফলক অপর প্রান্তভাগস্থ দস্তাফলকের সহিত একগাছি তাম্রতার দিয়া সংলগ্ন করিয়া দিতে হয়। এপ্রকার গ্লাসশ্রেণীকে গালবানিক বাটারি বা প্রবহমাণ তাড়িতোৎপাদক যন্ত্র কহে। এ যন্ত্রের তাম্রফলক সংলগ্ন তারকে সমকেন্দ্র, এবং দস্তাফলক সংলগ্ন তারকে বিষমকেন্দ্র কহে। দুই কেন্দ্র সংলগ্ন তার দুইগাছি পরস্পর সংযুক্ত থাকিলে, তাড়িতপ্রবাহ অবিরত প্রবাহিত

উত্তরদক্ষিণাভিমুখে অবস্থিতি করে। এই জন্যই দিক্ নিরূপণার্থে কম্পাসের কাঁটা বা চুম্বকলৌহ নির্ম্মিত স্থূচি ব্যবহৃত হইয়া থাকে। তাড়িতের সহিত চুম্বকের নিকট সম্বন্ধ; এবং পণ্ডিতেরা অনুমান করেন যে, তাপ ও আলোকের ন্যায় চুম্বকাকর্ষণও পদার্থের অণুসমষ্টির এক প্রকার আন্দোলন সঞ্জাত।

১০। **কৃত্রিম চুম্বক।**—ইস্পাতের সহিত চুম্বক লৌহ ঘর্ষণ করিলে, উহার অভ্যন্তর দিয়া তাড়িত প্রবাহ পরিচালিত হইলে, অথবা এক খণ্ড ইস্পাত পৃথিবীর উত্তর দিক্ করিয়া ক্ষণকাল রাখিলে, উহা চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হয়। আমাদের পৃথিবীতে চুম্বকের ধর্ম্ম বিলক্ষণরূপে প্রকাশিত দেখিতে পাওয়া যায়, স্থতরাং পৃথিবীকে বৃহৎ একখণ্ড চুম্বক বলা যাইতে পারে। তাপ কিংবা চাপ পাইলে চুম্বকের চুম্বকত্ব থাকে না, স্থতরাং এ প্রকার দ্রব্য অতি সাবধানে ব্যবহার করা কর্ত্তব্য।

১১। **তাড়িতপ্রবাহের গতির হার বা বেগ।**—তাড়িত প্রবাহের বেগ এত অধিক যে, ইহা এক সেকেণ্ডের ১২ ভাগের এক ভাগ সময় মধ্যে সমগ্র পৃথিবী প্রদক্ষিণ করিতে পারে। হুইটস্তোন সাহেব পরীক্ষা করিয়া দেখিয়াছেন যে, তাড়িতপ্রবাহ প্রতি সেকেণ্ডে ২৮৮,০০০ মাইল পথ পরিভ্রমণ করিতে পারে।

হয়, কিন্তু বিযুক্ত হইলে আর প্রবাহিত হয় না। দুই গাছি তার দুই বা এক হস্ত দ্বারা ধারণ করিলে তাড়িত প্রবাহের শক্তি আমরা বিলক্ষণ উপলব্ধি করিতে পারি, কিন্তু একগাছি মাত্র তার ধারণ করিলে, আমাদের কিছুই অনুভূত হয় না, কারণ এপ্রকার স্থলে তাড়িত-প্রবাহ প্রবাহিত হয় না।

১৮৫। তাড়িত বার্ত্তাবহ প্রভৃতি তাড়িত যন্ত্র।—প্রবহমাণ তাড়িতের পূর্ব্বোক্ত গুণ অবলম্বনে তাড়িত-বার্ত্তাবহ নামক যন্ত্র আবিষ্কৃত হইয়াছে। ইহার প্রভাবে মুহূর্ত্ত কালের মধ্যেই দেশদেশান্তরের সংবাদ পাওয়া যাইতেছে। ১৮২০ খ্রীঃ, আমপিরি নামক এক পণ্ডিত তাড়িতপ্রবাহ দ্বারা দেশদেশান্তরে সংবাদ প্রেরণ করা সম্ভবপর বলিয়া ঘোষণা করেন, এবং তাহার ১৬ বৎসর পরে, ১৮৩৭ খ্রীঃ, সর্ব্বপ্রথমে এপ্রকার যন্ত্র আবিষ্কৃত হয়। অতি অল্প দিন হইল, প্রফেসর গ্রেহাম বেল তাড়িত-শব্দবহ (Telephone) নামক যন্ত্রের সৃষ্টি করিয়াছেন; ইহার প্রভাবে দূরদেশস্থিত দুই ব্যক্তি অনায়াসে পরস্পর কথাবার্ত্তা কহিতে পারেন। অস্পষ্ট শব্দ সুস্পষ্ট রূপে শুনিবার জন্য (Microphone) শব্দবর্দ্ধক যন্ত্রের সৃষ্টি হইয়াছে। অনুবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা যেমন চক্ষুর অগোচর ক্ষুদ্র পদার্থ সকল সুস্পষ্ট ও বৃহৎ দেখায়, শব্দবর্দ্ধকযন্ত্র দ্বারা সেইরূপ মৃদু ও অস্পষ্ট শব্দ সকল পরিস্ফুটরূপে শুনিতে পাওয়া যায়।

সম্পূর্ণ।

PRINTED BY PITAMBARA VANDYOPADHYAYA,
AT THE SANSKRIT PRESS, 62, AMHERST STREET.
1884.